

MASTER EN FORMACIÓN DE PROFESORADO DE SECUNDARIA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

PROPUESTA DIDACTICA: LA TECTÓNICA DE PLACAS Y SUS MANIFESTACIONES

AUTOR: DAVID NAVARRO HERRERA

DIRECTOR: ÍÑIGO VIRTO
Departamento Ciencias del Medio Natural

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. V DE GOWIN	4
3. OBJETIVOS GENERALES DE LA UNIDAD	6
3.1. Objetivos específicos	6
3.2. Objetivos competenciales	6
4. PROGRAMACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	8
5. PLANIFICACIÓN DE LAS CLASES	11
5.1. A1: Introducción	12
5.2. A2: Placas litosféricas	17
5.3. A3: El movimiento de las placas litosféricas	20
5.4. A4: Manifestaciones de la tectónica de placas	33
5.5. Evaluación	51
6. EVALUACIÓN	52
7. CONCLUSIONES	53
8. BIBLIOGRAFÍA.....	54

ANEXO I: Mapa conceptual general

ANEXO II: Mapa conceptual general en blanco (para los alumnos y alumnas)

ANEXO III: Cuestionario inicial: tectónica de placas y sus manifestaciones

ANEXO IV: Mapamundi en blanco (Actividad 3)

ANEXO V: Mapamundi completo (Actividad 3)

ANEXO VI: Clave de las evidencias paleontológicas utilizadas por Wegener (Actividad 4)

ANEXO VII: Piezas del puzzle (Actividad 4)

ANEXO VIII: Resolución del puzzle (Actividad 4)

ANEXO IX: Modelo explicativo: La expansión del fondo oceánico.

ANEXO X: Ficha de trabajo 1: La lámpara de lava

ANEXO XI: Procedimiento para el desarrollo del modelo de corrientes de convección

ANEXO XII: Ficha de trabajo 2: Las corrientes de convección

ANEXO XIII: Modelo explicativo: Fallas y pliegues.

ANEXO XIV: Actividad de profundización

ANEXO XV: Prueba final

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del trabajo de fin de máster consiste en la planificación de la docencia y la evaluación de una unidad didáctica dedicada al estudio de la Tectónica de Placas y sus manifestaciones, diseñada para su impartición con alumnos/as de 4º de E.S.O (8).

Conceptos incluidos en esta unidad como el tiempo geológico resultan muy difíciles de construir por los estudiantes. En algunas ocasiones constituyen un verdadero obstáculo que impide la concepción de la Tierra como un ente dinámico, en la que los cambios geológicos y procesos como la formación de una montaña o la apertura de un océano, se suceden lentamente y no sólo como consecuencia de catástrofes instantáneas (1). Por ello, el aprendizaje de estos conceptos es frecuentemente llevado a cabo a través de la memorización mecánica, sin relacionarlos con las ideas que los alumnos y alumnas ya comprenden. El aprendizaje significativo, sin embargo, se produce cuando el que aprende relaciona los nuevos conocimientos, de manera organizada y sustancial con lo que ya sabe (13).

Por otro lado, debemos tener en cuenta que el estudio de los volcanes y terremotos, además de ser unos de los elementos más llamativos de la Tectónica de Placas, constituyen una temática de especial interés desde el punto de vista didáctico, ya que en ocasiones. generan un impacto mediático evidente (6). Por ello, y aprovechando también la frecuencia de las sacudidas sísmicas en nuestro territorio, sería un buen recurso didáctico partir para el aprendizaje de sensaciones vividas por los estudiantes o de noticias actuales que continuamente aparecen en distintos medios de comunicación (1).

Por último, no podemos obviar que la integración de las TIC en las asignaturas de Geología y Ciencias de la Tierra puede permitir a los alumnos simular fenómenos naturales difíciles de observar, permitiéndoles ponerse en contacto con la realidad a través de una experiencia indirecta (19).

Dadas a las observaciones arriba recogidas, se propone el desarrollo de una unidad didáctica que permita un aprendizaje significativo basándonos en:

- Aprendizaje basado en los conocimientos previos del alumnado, sus propias experiencias vividas y en noticias actuales relacionadas con la unidad.
- El uso de modelos explicativos en el aula que ayuden a la adquisición de los conocimientos impartidos en clase.
- La utilización de simuladores de fenómenos sísmicos y volcánicos que ayuden a los alumnos y alumnas a resolver problemas y contribuyan aumentando la motivación y el compromiso de los alumnos con el aprendizaje.
- Utilización y aplicación de mapas conceptuales como medio para visualizar los principales conceptos y relaciones jerárquicas entre ellos.

La finalidad de esta unidad es el aprendizaje de los nuevos conceptos mediante la construcción de conocimientos sobre la Tectónica de Placas y sus fenómenos asociados. Al mismo tiempo, se tratará de favorecer el desarrollo de competencias, para que el alumnado sea capaz de aplicar los conocimientos adquiridos para la interpretación de situaciones de la vida diaria.

2. V DE GOWIN

Pregunta central

¿Qué ideas previas tiene el alumnado de 4º de E.S.O. sobre la Tectónica de Placas y sus manifestaciones?

¿Conseguiremos un aprendizaje significativo sobre el tema mediante la aplicación de esta propuesta didáctica?

Cosmovisión y Filosofía:

El aprendizaje memorístico o rutinario no permanece en la memoria a largo plazo. Una instrucción basada en el aprendizaje significativo que parta del conocimiento de las ideas alternativas del alumnado posibilitará una integración de los nuevos conceptos con los que posee de antemano, conduciendo a un aprendizaje auténtico y duradero.

En pleno siglo XXI, la Geología asume un papel importante en la Sociedad. Varios fenómenos que ocurren en nuestro Planeta despiertan el interés de los ciudadanos, tales como terremotos, maremotos y erupciones volcánicas, surgiendo así la necesidad y la curiosidad de comprender el mundo que les rodea. En este contexto, toma cada vez más importancia incluir la enseñanza de las Geociencias en la formación de los alumnos, para contribuir a la formación de futuros ciudadanos activos, es decir, responsables con el futuro de nuestro planeta y con el uso sostenible de sus recursos.

Teorías:

Aprendizaje significativo de Ausubel; de educación de Novak; de educación de Gowin; de la interacción social de Vygotsky
La Deriva Continental de Wegener; la Tectónica de Placas; el modelo del Ciclo de Wilson;

Principios teóricos:

- El conocimiento previo es la variable que más influye en el aprendizaje;
- El aprendizaje significativo depende de la intencionalidad del aprendiz
- La primera acción cognitiva para resolver una situación-problema es la construcción de un modelo mental en la memoria de trabajo;
- El profesor es el organizador de la enseñanza, proveedor de situaciones y mediador de la captación de significados;
- La evaluación debe buscar evidencias de aprendizaje significativo; éste es progresivo;
- La litosfera está constituida por una serie de placas que se deslizan sobre la astenosfera.
- El movimiento de las placas litosféricas es causado por las corrientes de convección del manto.
- El movimiento de las placas origina una serie de manifestaciones (terremotos, volcanes, orogénesis, formación de islas, apertura de zonas de rift, etc....)
- Estas manifestaciones tienen consecuencias en la morfología de los continentes y los océanos, y en los materiales que los forman.
- En ocasiones, algunas de estas manifestaciones pueden tener consecuencias directas en los biomas que lo ocupan y en las actividades humanas.

Conceptos:

Aprendizaje significativo, diagrama uve, mapas conceptuales, conocimientos previos, proposiciones...

Dinámica interna de la tierra, métodos geofísicos, estructura interna de la Tierra, Estructura química, estructura dinámica, núcleo, manto, corteza, endosfera, mesosfera, astenosfera, litosfera, Deriva Continental, Wegener, Tectónica de Placas, Placas litosféricas, movimiento de las placas, límites de placas, convergentes, divergentes, transformantes, Rift, dorsal oceánica, fosas, corrientes de convección, manifestaciones, volcanes, terremotos, fallas, pliegues, cadenas montañosas,...

Juicios de valor:

Considero esta propuesta muy apropiada para trabajar la Tectónica de placas y sus manifestaciones en 4º de E.S.O. Las concepciones previas del alumnado deben ser siempre tomadas en cuenta.

Valoro positivamente el método a través del cual se desarrolla este trabajo, ya que permite a los alumnos y alumnas partir de su propia experiencia o conocimientos para llegar al aprendizaje. Además el uso de modelos explicativos y simuladores permite que el alumno muestre interés por la unidad y participe de forma activa.

A este respecto es importante llamar la atención sobre la necesidad de integrar estos nuevos métodos educativos tanto en este tema como en el conjunto del currículo, ya que permiten que los alumnos adquieran un aprendizaje significativo sobre el tema que se les expone

Juicios de conocimiento:

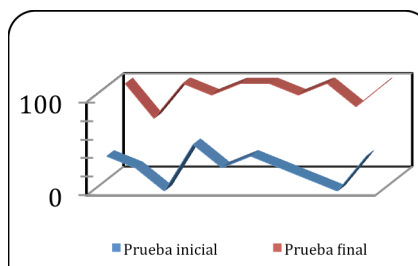
El análisis de los datos obtenidos a partir de la puesta en práctica y evaluación de la unidad nos permitirá comprobar si el alumnado ha incorporado información de manera significativa respondiendo positivamente a la dinámica planteada. Deberemos valorar si:

- Los alumnos y alumnas adquieren un alto grado de conocimiento sobre la Tectónica de Placas.
- Los alumnos y alumnas son capaces de identificar y entender las consecuencias de la Tectónica de Placas.
- Adquieren un grado de madurez suficiente para hacer un análisis de dichas manifestaciones en su entorno (experiencias propias, noticias...).

También es importante identificar errores conceptuales presentes en los alumnos y alumnas. En la página siguiente se recogen los errores conceptuales más comunes en este tema.

Transformaciones: Realización de gráficos

Se deben realizar tablas, gráficos... con las respuestas del cuestionario inicial, evaluaciones de todas las actividades, evaluación final,...Por ejemplo,:



Acontecimientos/Objetos

- Revisión de errores conceptuales a través de cuestionarios, bibliografía, mapas conceptuales, Brainstorming
- Elaboración de una propuesta didáctica basada en los conocimientos previos y experiencias propias, aprendizaje significativo, modelos explicativos, simuladores (TICs).
 - Evaluación por medio de mapas conceptuales, Uve de Gowin, actividades, etc.
 - Contenidos teóricos sobre la Tectónica de placas y sus manifestaciones.
- Libros de texto, fotocopias, cuestionarios, recursos online (videos, simuladores), modelos explicativos.

Errores conceptuales frecuentes en Tectónica de Placas

El tipo de conceptos comprendidos en la unidad didáctica que se propone, por su naturaleza y complejidad, se presta a la existencia de errores conceptuales en el alumnado (16). Los más frecuentes son los que se relacionan a continuación:

- Identificar como sinónimos corteza y litosfera (o placas)
- Relacionar el concepto de placa litosférica sólo con los continentes.
- La astenosfera es líquida (los alumnos y alumnas suelen relacionar exclusivamente las corrientes de convección con el estado líquido, no sólido. Hay muchos vídeos educativos que muestran este tipo de error)
- El manto interno es líquido (por razones similares al punto anterior).
- El núcleo de la Tierra es hueco, o que hay grandes huecos profundos en el interior de la Tierra (son relictos de antiguas cosmologías que se mantienen gracias a la literatura popular y al cine)
- Sólo se mueven los continentes (Concepto original de Wegener)
- La mayor parte de los movimientos de la corteza (especialmente los relacionados con procesos de formación de cordilleras o fosas oceánicas) son movimientos verticales, no laterales (términos como “elevación de montañas”...pueden crear confusión)
- Las dorsales oceánicas divergentes son debidas a la elevación o convergencia vertical, en lugar de la divergencia (Según la experiencia de los estudiantes, el pandeo es por lo general debido a la convergencia o levantamiento, en lugar de las diferencias en temperatura y densidad, por lo que las ilustraciones de las dorsales no encajan fácilmente con un movimiento de separación) .
- Los océanos actuales sólo se formaron como rotura del Pangea (esto va unido con la idea de que Pangea fue el continente original en la formación de la Tierra. Es un error en el concepto de dinamismo y evolución de la Tierra).
- El movimiento de las placas es imperceptible en escala temporal humana (esto solo es cierto para las placas más lentas y subestima la importancia del movimiento).
- El movimiento de las placas es lo suficientemente rápido como para causar caos financieros y políticos por colisiones de continentes y como para separar familias o especies.
- Los océanos son los responsables de que haya corteza oceánica.
- Las plataformas continentales son similares a estantes, se extienden a lo largo del borde del continente y pueden romperse para formar tsunamis.
- El borde de un continente es lo mismo que límite de placa.
- Con el tiempo no ha habido cambios significativos en el ratio áreas oceánicas/áreas continentales (estas ideas fijistas son errores conceptuales comunes, pero esta también fue parte del concepto original de Lyell)
- Aparte de las diferencias debidas a cambios en el volumen de hielo, el nivel del mar ha permanecido relativamente constante en el tiempo. (El reconocimiento del impacto de la velocidad de las placas en el nivel del mar no ha sido reconocido por los geólogos hasta relativamente poco tiempo)
- Identificación de un tipo de límite de placa con un tipo de placa. Por ejemplo, una placa tiene que ser divergente o convergente.

3. OBJETIVOS GENERALES DE LA UNIDAD

3.1. Objetivos específicos

- Conocer los principios y las manifestaciones de la tectónica de placas (los terremotos, volcanes, estructuras tectónicas y largas cadenas montañosas; así como sus características principales).
- Conocer algunos de los métodos utilizados para el estudio del interior terrestre, así como los principales rasgos de las capas internas diferenciadas.
- Saber cómo han evolucionado en los últimos siglos las teorías sobre la dinámica interna del planeta.
- Enunciar la hipótesis de la deriva continental de Wegener y comprender algunas de las pruebas que la apoyaban.
- Describir los principales rasgos del relieve del fondo oceánico y su relación con la distribución de terremotos y volcanes.
- Saber que la litosfera está dividida en grandes fragmentos, las placas litosféricas.
- Conocer las fuerzas implicadas en el movimiento de las placas.
- Bajo la litosfera está la astenosfera, zona donde los materiales son más plásticos y semifundidos, debido a las altas temperaturas, y que favorece el movimiento de la litosfera.
- En el manto se producen corrientes de convección, debido al calor interno de la Tierra.
- Las placas litosféricas se mueven, debido a las corrientes de convección del manto, chocando entre sí, separándose o teniendo movimientos laterales entre sí.
- En las dorsales oceánicas se forma litosfera oceánica y se destruye en las fosas oceánicas.

3.2. Objetivos competenciales

Junto a los objetivos específicos, se incluyen en la unidad otros objetivos competenciales. Estos objetivos se dividen en varias categorías (9), y son los siguientes:

- Razonamiento matemático
 - Utilizar el lenguaje matemático para cuantificar los fenómenos naturales.
 - Utilizar los conocimientos sobre la propagación de las ondas P y S para interpretar diagramas de ondas sísmicas y localizar el epicentro de un terremoto.
- Información digital y tratamiento de la información
 - Aplicar las formas específicas que tiene el trabajo científico para buscar, recoger, seleccionar, procesar y presentar la información.
 - Conocer algunos de los métodos utilizados para el estudio del interior terrestre, así como los principales rasgos de las capas internas diferenciadas.
 - El uso de modelos explicativos en el aula que ayuden a la adquisición de los conocimientos impartidos en clase.
 - La utilización de simuladores de fenómenos sísmicos y volcánicos que ayuden a los alumnos y alumnas a resolver problemas y contribuyan aumentando la motivación y el compromiso de los alumnos con el aprendizaje.

- Utilizar y producir en el aprendizaje del área esquemas, mapas conceptuales, informes y memorias.
 - Identificar las placas tectónicas en un mapa y diferenciar los tipos de límites entre ellas, de acuerdo con su movimiento y sus procesos geológicos.
 - Utilización y aplicación de mapas conceptuales como medio para visualizar los principales conceptos y relaciones jerárquicas entre ellos.
 - Realización de trabajos de investigación y búsqueda de información
- Comunicación lingüística:
 - Utilizar la terminología adecuada en la construcción de textos y argumentaciones con contenidos científicos.
 - Comprender e interpretar mensajes acerca de las ciencias de la naturaleza.
 - Identificación de los lugares en los que son más frecuentes los terremotos, las erupciones volcánicas y las cadenas montañosas mas elevadas a través de noticias de prensa y otras fuentes bibliográficas.
 - Realización de actividades de descripción, interpretación de gráficos, valoración...
- Aprender de forma autónoma a lo largo de la vida
 - Integrar los conocimientos y procedimientos científicos adquiridos para comprender las informaciones provenientes de su propia experiencia y de los medios escritos y audiovisuales (actividades, simuladores, presentaciones, mapas...)
- Autonomía e iniciativa personal
 - Desarrollar la capacidad para analizar situaciones valorando los factores que han incidido en ellos y las consecuencias que puedan tener.

4. PROGRAMACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

El estudio de la Tectónica de Placas y sus manifestaciones, está contemplado en el currículum oficial de Navarra para el curso de 4º de E.S.O., Bloque 2. La Tierra, un planeta en continuo cambio (8).

El Proyecto Biosfera del Ministerio de Educación tiene como objetivo el desarrollo de unidades didácticas para las materias de Biología y Geología en la Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Por ello, se ha tomado como referencia la división que dicho proyecto hace del currículum de 4ª de la ESO (20). Se diferencian 9 unidades didácticas:

1. **La situación de la Tierra en el Universo.** El universo. La materia y energía en el universo. Origen del Universo. El Sistema Solar. El Sol. Características de los planetas. Algunas curiosidades. La Tierra.
2. **La Tierra, un planeta en continuo cambio.** El tiempo geológico. Las rocas. Los fósiles. Historia de la Tierra. La Tierra en el Precámbrico. La Tierra en el Fanerozoico.
3. **Los cambios en el medio natural (I).** La estructura interna de la Tierra. Antecedentes de la tectónica de placas. Las placas litosféricas o tectónicas.
4. **Los cambios en el medio natural (II).** La deformación de las rocas. Movimientos sísmicos. Magmatismo.
5. **Los seres vivos unicelulares y pluricelulares.** El ser vivo. Las biomoléculas de la vida. La célula, unidad de vida. La célula procariota. La célula eucariota. Las funciones de nutrición. Las funciones de relación. Las funciones de reproducción. Organismos unicelulares. Organismos pluricelulares.
6. **Las leyes de la herencia.** La reproducción. Los cromosomas. La división celular. La herencia de los caracteres. Conceptos de Genética. Genética Mendeliana. Casos especiales. Resolución de problemas de Genética.
7. **Genética humana. Alteraciones genéticas.** Aspectos preventivos: diagnóstico prenatal. El hombre y la genética. Biotecnología e ingeniería genética. Manipulación genética. La clonación de los seres vivos. Aplicaciones.
8. **La evolución. El origen de la vida.** La evolución de los seres vivos. Pruebas de la evolución. Funcionamiento de la evolución. Fuerzas evolutivas. Macroevolución y microevolución. Clasificación de los seres vivos. La Evolución humana.
9. **La dinámica de los ecosistemas.** La energía, la materia y la vida. Dinámica de poblaciones. Dinámica de ecosistemas. Ciclos biogeoquímicos.

La presente propuesta incluiría las unidades 3 y 4, Los cambios en el medio natural I y II. Se propone la unificación de ambas unidades en una única, **La Tectónica de Placas y sus manifestaciones**, ya que es importante que los alumnos y alumnas sean capaces de relacionar la dinámica interna de la Tierra con sus consecuencias.

En Navarra, la asignatura de Biología y Geología en el modelo G tiene una carga horaria anual de 105 horas lectivas (3 horas por semana), es decir, el tiempo estimado para cada una de las 9 unidades sería de unas 11-12 horas. Puesto que la propuesta incluye dos de las nueve unidades, el tiempo del que se dispondría sería de 22-24 horas. No obstante, al unificar ambas unidades, ese tiempo puede ser reducido hasta unas 14-15 horas.

La unidad didáctica va a ser estructurada en los siguientes apartados:

Apartado	Descripción	Objetivos	Criterios de evaluación.
Apartado 1 (A1): Introducción	<p>Los alumnos y alumnas van a recordar lo que saben acerca de la dinámica interna de la Tierra. Se les realizará un cuestionario inicial acerca de lo que saben sobre volcanes, terremotos, la estructura interna de la Tierra...De esta forma se relaciona la unidad con aquellos aspectos que están más cercanos a ellos y con sus conocimientos previo¹.</p> <p>Después se explicarán los distintos métodos que se utilizan para el estudio del interior de la Tierra, además de estratificación interna de la Tierra según su estructura química.</p> <p>Se explicará la estructura dinámica del interior de la Tierra (litosfera, astenosfera, mesosfera, endosfera) y su relación con la estructuración química.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la motivación por los conocimientos incluidos en la unidad didáctica. • Recordar lo que sabe el alumnado acerca de la Tectónica de placas y sus manifestaciones. • Comprender la estructura interna de nuestro planeta según su composición química (corteza, manto, núcleo) y los distintos métodos de estudio utilizados para ello. • Aprender la estructura dinámica de la Tierra y su relación con la estructura química. • Aprender que la parte externa de la Tierra está formada por un reducido número de placas rocosas. Estas placas están compuestas por la corteza terrestre y parte del manto externo (litosfera) y se localizan sobre la astenosfera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realización del cuestionario inicial. Su resultado no puntúa para la evaluación del alumno, es utilizado por el profesor o profesora para identificar conocimientos previos y errores conceptuales. • Comprender que la localización de terremotos, volcanes y largas cadenas montañosas no es aleatoria. • Poder hacer una representación de las diferentes partes de la Tierra (Corteza oceánica y continental, manto externo e interno, núcleo externo e interno / litosfera, astenosfera, mesosfera y endosfera), señalando sus principales características.

¹ Conocimientos previos en secundaria:

1ºESO: Geosfera. Introducción a la estructura interna de la Tierra.

3º ESO: Bloque 4. Transformaciones geológicas debidas a la energía interna de la Tierra:

Transferencia de energía en el interior de la tierra

- Las manifestaciones de la energía interna de la Tierra: erupciones volcánicas y terremotos.
- Valoración de los riesgos volcánico y sísmico e importancia de su predicción y prevención.
- Identificación de rocas magmáticas y metamórficas y relación entre su textura y su origen.
- Manifestaciones de la geodinámica interna en el relieve terrestre.

Apartado	Descripción	Objetivos	Criterios de evaluación.
Apartado 2 (A2): Placas litosféricas	Los alumnos y alumnas estudiarán la existencia y localización de las placas litosféricas más importantes.	<ul style="list-style-type: none"> Aprender como elaborar hipótesis. Estudiar algunos de los principios de la teoría de la Tectónica de placas. Aprender como buscar información en textos científicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Proponer hipótesis que expliquen la causas de la alta actividad e intensidad de volcanes y terremotos en algunas partes del planeta. Conocer las partes del mundo donde son más frecuentes los terremotos, volcanes y largas cadenas montañosas. Entender que hay zonas donde esos fenómenos coinciden, y que son zonas de alta inestabilidad que se corresponden con los límites de las placas litosféricas. De esta forma deben corroborar la veracidad o no de sus hipótesis. Representar un mapa de tectónica de placas entendiendo su relación con la estructura interna de la Tierra.
Apartado 3 (A3): El movimiento de las placas litosféricas	Los alumnos y alumnas estudiarán la deriva continental, el movimiento de las placas litosféricas, las fuerzas que están detrás de ese movimiento y los diferentes tipos de límites entre placas.	<ul style="list-style-type: none"> Aprender la teoría de la Deriva continental de Wegener y sus limitaciones. Aprender que las placas litosféricas se están moviendo continuamente y que ese movimiento es debido a la energía interna de la Tierra. Entender los el funcionamiento y consecuencias de los límites entre placas divergentes, convergentes y transformantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Entender las pruebas que demuestran la existencia de un super-continente, Pangea. Comprender el modelo explicativo que muestra la separación de los continentes por la generación de corteza oceánica en las dorsales oceánicas. Entender que si en unas zonas se crea corteza, en otras se debe destruir. Entender los tipos de límites entre placas: convergentes, divergentes y de transformación.
Apartado 4 (A4): Manifestaciones de la Tectónica de placas	Los estudiantes estudiarán cuales son las principales consecuencias del movimiento de las placas litosféricas. Cómo se forman y que propiedades tienen los terremotos, volcanes, largas cadenas montañosas, pliegues y fallas	<ul style="list-style-type: none"> Identificar los volcanes como aperturas en la corteza terrestre a través de las cuales sale material de las capas internas. Reconocer que un terremoto es un sacudida o temblor que tiene lugar en algún sito de la corteza terrestre. Aprender los procesos implicados en la formación de largas cadenas montañosas. Reconocer e identificar los distintos elementos y características de fallas y pliegues en diagramas, fotos y modelos explicativos para poder utilizarlos como criterios de clasificación 	<ul style="list-style-type: none"> Ser capaces de aplicar el conocimiento de la propagación de las ondas P y S para interpretar diagramas sísmicos. Describir cómo se forman los volcanes incluyendo los tipos de formaciones y erupciones. Comprender los fenómenos sísmicos y volcánicos y su relación con la Tectónica de placas a través de la utilización de simuladores. Explicar las distintas fases del ciclo de Wilson sobre la evolución de los movimientos litosféricos y sus consecuencias. Reconocer e identificar los componentes de los distintos tipos de deformaciones de rocas (fallas y pliegues) y los criterios que se utilizan para su clasificación

5. PLANIFICACIÓN DE LAS CLASES

Para la planificación de las clases se han tenido en cuenta las siguientes cuestiones:

- Las clases son de 55 minutos, por lo que se han diseñado planes diarios de 50 minutos con el fin de subsanar las pérdidas de tiempo ocasionadas por movimientos de los alumnos y alumnas de un aula a otra, agitación de los estudiantes...sobre todo el inicio y final de la clase.
- En la programación se ha recalcado que el tiempo total destinado a esta unidad debería ser ajustado a unas 14-15 horas lectivas. Ocurre frecuentemente, que el tiempo planificado suele verse alterado por varias razones: preguntas de los estudiantes, faltas del profesor o profesora, falta de los alumnos y alumnas por, charlas..., interés de los alumnos y alumnas por alguna actividad concreta...). Con el fin de no limitar el interés y motivación del alumnado, se ha diseñado una secuencia de actividades (1) en 13 horas lectivas, quedando así dos horas de margen que se podrían utilizar para esta unidad si fueran necesarias y si no, para otras unidades o actividades de la asignatura.
- Se incluyen una serie de actividades opcionales (entre paréntesis) que el docente puede utilizar como actividades complementarias, de refuerzo o de profundización cuando el alumnado o la situación lo requiera, y si el tiempo lo permite.

Día	Apartado	Temática	Actividades
1	1. Introducción	Conocimientos previos	Cuestionario inicial
2		Estructura interna de la Tierra y métodos de estudio	Act. 1
3	2. Placas litosféricas	Placas litosféricas	Act. (2) y 3
4	3. El movimiento de las placas	La deriva continental	Act. 4
5		¿Por qué se mueven las placas litosféricas?.	Act. 5
6		Expansión del fondo oceánico	Fichas de trabajo
7		Experiencia práctica: Las corrientes de convección	
8	4. Manifestaciones	Límites de placas	
9		Ciclo de Wilson y formación de cadenas montañosas	Act. 6
10		La deformación y la transformación de las rocas	Act. (7) y 8
11		Volcanes y terremotos	Act. 9 (Profundización)
12		Práctica de simulación 1: Volcanes	Act. 10 y (11)
13		Práctica de simulación 2: Terremotos	(Act. 12) y Fichas de trabajo
14	Prueba Final		
15	Día extra		
	Día extra		

A continuación se detalla la planificación para cada día:

5.1. A1: Introducción

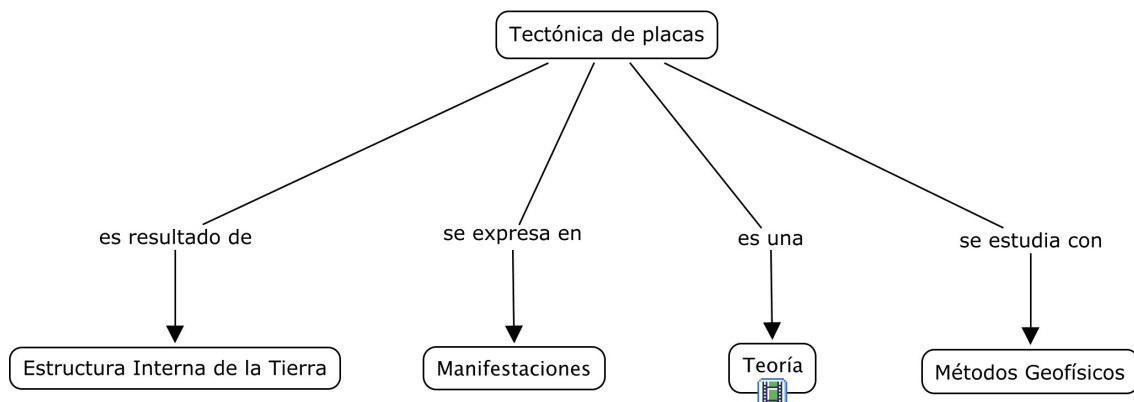
Día 1: Conocimientos previos

Los alumnos y alumnas van a recordar lo que saben acerca de la dinámica interna de la Tierra. Se les realizará un cuestionario inicial acerca de lo que saben sobre volcanes, terremotos, formación de cadenas montañosas, la estructura interna de la Tierra...De esta forma se relaciona la unidad con aquellos aspectos que están más cercanos a ellos y con sus conocimientos previos.

Objetivos de la clase:

- Identificar los conocimientos previos que los alumnos y alumnas tienen del tema.
- Hacer que el alumnado forme parte de su propio aprendizaje partiendo de cuestiones cercanas a ellos.
- Aumentar la motivación de los alumnos y alumnas por la unidad
- Potenciar que los alumnos y alumnas expresen sus ideas e inquietudes de forma clara, precisa y respetuosa.
- Crear un modelo apropiado que explique cómo es interiormente la Tierra.

Resumen de contenidos:



Materiales:

Mapa conceptual general, Cuestionarios iniciales, cuadernos de actividades, agenda escolar,

Criterios de evaluación:

- Realización del cuestionario inicial. Valoración de la expresión escrita en las preguntas que lo permiten.
- Participación y actitud en las exposiciones y debate

Desarrollo y metodología:

10 min Recibimiento y saludo. El profesor o profesora iniciará la clase haciendo una breve presentación de la unidad didáctica. Se les mostrará el mapa conceptual general en el proyector hablando de las grandes partes de la unidad que se van a tratar (Métodos de estudio, Estructura de la tierra, Teoría de la Tectónica de placas y manifestaciones).
"En esta unidad vamos a estudiar qué es la Tectónica de Placas, de la que alguno puede que ya haya oído hablar, aunque la mayoría supongo que no."

Comenzaremos por el estudio de la estructura interna de la Tierra y veremos cómo dicha estructura desencadena procesos como terremotos, volcanes y la formación de cadenas montañosas. Durante los próximos días aprenderemos algunas cosas muy emocionantes y curiosas acerca de nuestro planeta”(23)

Se les hará entrega de una copia del mapa conceptual general en blanco (ANEXO II) que deberán ir rellenando con ayuda del docente y les servirá de guía para el desarrollo de contenidos a lo largo de la unidad. Hay que recalcar que el mapa solo recoge los grandes conceptos y es necesario completar con lo que se vaya dando en clase. En esta introducción deberán rellenar los cuatro grandes inclusores (Métodos Geofísicos, Estructura de la tierra, Teoría de la Tectónica de placas y Manifestaciones)

25 min

Cuestionario inicial

Hay que recalcar que no es un examen y que no puntúa para la nota. Lo que sí se puede valorar es la competencia lingüística en las preguntas de desarrollar. Es una forma de recoger información sobre que conceptos son familiares y cuales no para los alumnos. La información sirve al docente para asegurar que utiliza bien el tiempo en clase deteniéndose en aquellos puntos que más cuestan a los alumnos. Es importante que los alumnos y alumnas sean conscientes de esto. Ver cuestionario inicial en el ANEXO III.

Preguntar a los alumnos al finalizar el test sobre:

- ¿En qué preguntas te has sentido más seguro a la hora de responder?
- ¿Cuáles te han resultado más difíciles?

Anotar las respuestas que los alumnos dan a estas cuestiones, ya que nos puede dar información adicional. Por ejemplo, si los alumnos y alumnas dicen que una pregunta era fácil, pero la contestan mal, puede ser que tengan un error conceptual muy interiorizado y, por tanto, difícil de desarraigar.

15 min

Discusión acerca de algunas de las preguntas del cuestionario inicial.

- ¿Has sentido alguna vez actividad sísmica?¿qué sentiste?
- ¿Por qué la intensidad de volcanes y terremotos en ciertas partes del mundo es mayor que en otras?
- Imagina que acabas de volver de un emocionante viaje al centro de la Tierra. Describe brevemente, lo más científicamente posible, lo que has observado en tu viaje a las profundidades del planeta. Incluye información que sobre las temperaturas a las que has estado expuesto o expuesta (calor, frío, cambios de temperatura...), sobre los materiales por los que has pasado, su estado físico...(23)

Pedir a los alumnos que expongan sus respuestas explicándolas. Realizar un pequeño debate con las diferencias y similitudes en las respuestas dadas por los alumnos y alumnas. El profesor o profesora actuará como moderador y deberá identificar posibles errores conceptuales que salgan en las exposiciones y debate.

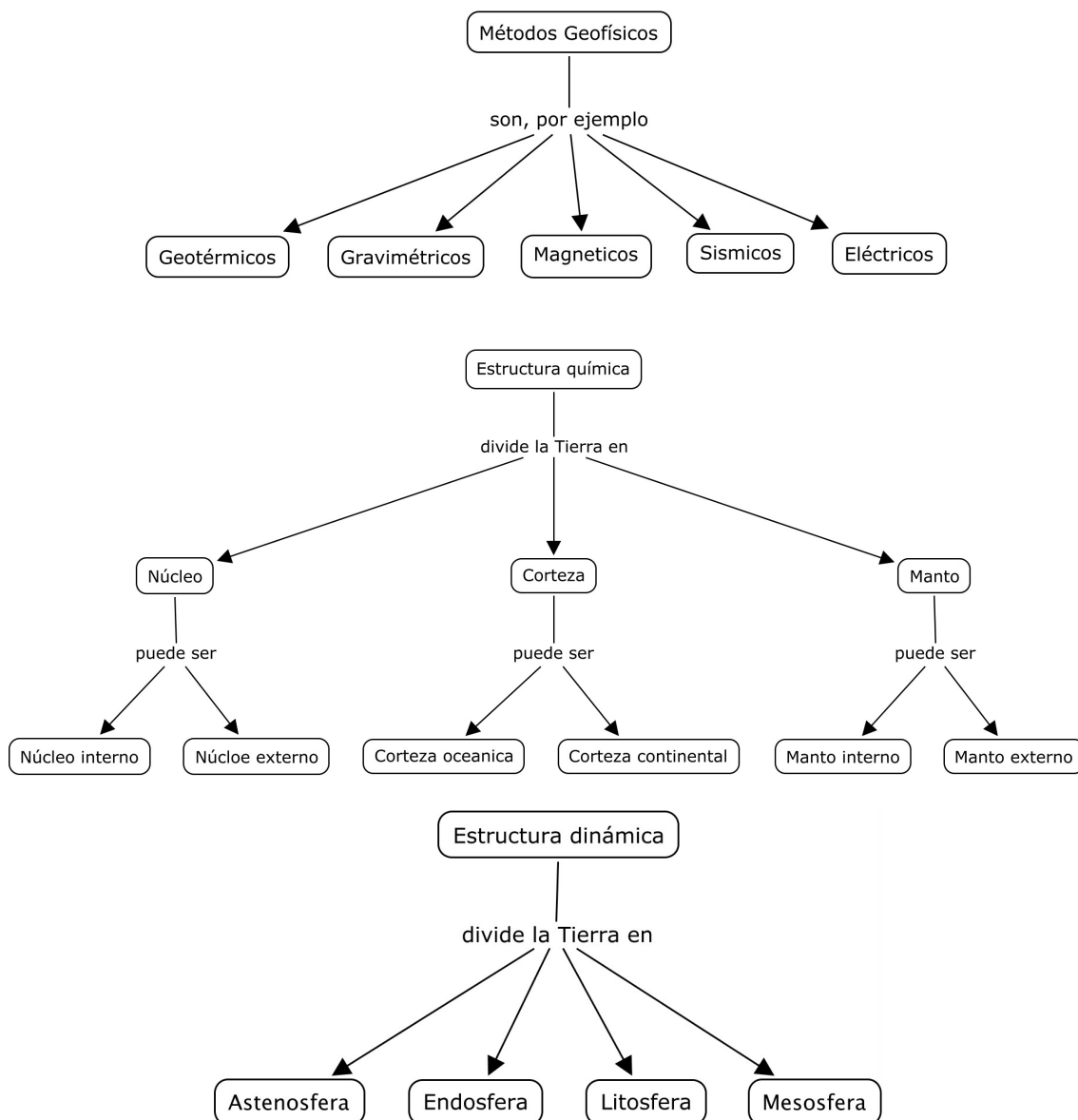
Día 2: Estructura interna de la Tierra y métodos de estudio

Se explicarán los distintos métodos que se utilizan para el estudio del interior de la Tierra, además de estratificación interna de la Tierra según su estructura química y estructura dinámica.

Objetivos de la clase:

- Hacer que el alumnado forme parte de su propio aprendizaje partiendo de cuestiones cercanas a ellos.
- Conocer los distintos métodos para el estudio del interior de la Tierra.
- Comprender la estructura interna de nuestro planeta según su composición química (corteza, manto, núcleo)
- Aprender la estructura dinámica de la Tierra y su relación con la estructura química.
- Potenciar que los alumnos y alumnas expresen sus ideas e inquietudes de forma clara, precisa y respetuosa.

Resumen de contenidos:



Materiales:

Presentación del tema, parte de los métodos de estudios y estructura química y dinámica del interior de la Tierra (con desarrollo de mapas conceptuales), mapa conceptual en blanco, libro de texto, Actividad grupal 1, cuadernos de actividades, agenda escolar,...

Criterios de evaluación:

- Comprender que la localización de terremotos, volcanes y largas cadenas montañosas no es aleatoria.
- Poder hacer una representación de las diferentes partes de la Tierra (Corteza oceánica y continental, manto externo e interno, núcleo externo e interno / litosfera, astenosfera, mesosfera y endosfera), señalando sus principales características.
- Ir completando el mapa conceptual en blanco y tomar apuntes en clase.
- Evaluación de la cooperación, participación y actitud en clase.

Errores conceptuales que pueden aparecer:

- Identificar como sinónimos corteza y litosfera (o placas)
- La astenosfera es líquida (los alumnos y alumnas suelen relacionar exclusivamente las corrientes de convección con el estado líquido, no sólido. Hay muchos vídeos educativos que muestran este tipo de error)
- El manto interno es líquido (por razones similares al punto anterior).
- El núcleo de la Tierra es hueco, o que hay grandes huecos profundos en el interior de la Tierra (son relictos de antiguas cosmologías que se mantienen gracias a la literatura popular y a películas)
- Los océanos son los responsables de que haya corteza oceánica.

Desarrollo y metodología:

5 min	Recibimiento y saludo. Se comenzará recordando el debate realizado el día anterior sobre el "Viaje al centro de la Tierra". ¿Sería posible realizar un viaje al centro de la Tierra como imaginó Julio Verne? ¿Cómo podríamos estudiar lo que hay en el interior de la Tierra?
20 min	Presentación explicativa acerca de los distintos métodos de estudio y la estructura química del interior de la Tierra. El profesor o profesora realizará una exposición de los contenidos apoyándose en una presentación y el libro de texto. Es importante la frecuente interacción con el alumnado para mantener su atención. Los alumnos y alumnas deberán ir tomando apuntes de las explicaciones con ayuda del libro de texto, la presentación y los mapas conceptuales.
5 min	Se les entrega la Actividad 1 (20): Estudio del interior de la Tierra. Se trata de una actividad de tarea que deben realizar en casa incluyéndola en su cuaderno de actividades. Se proyecta en la pantalla y se explica qué deben hacer.

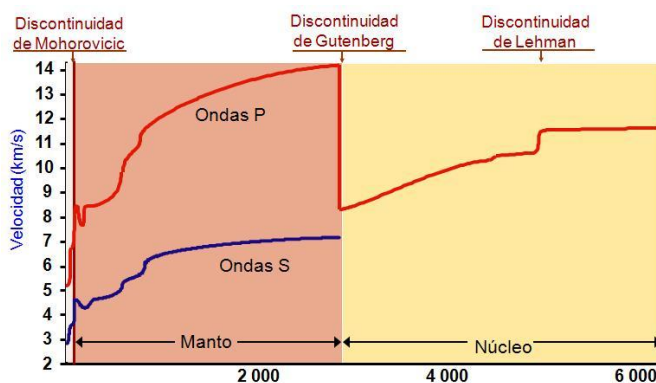
Actividad 1: Estudio del interior de la Tierra (20)

Como vimos en los métodos de estudio sísmicos, las ondas sísmicas son las vibraciones (ondas) emitidas tras un movimiento sísmico (terremoto) y se transmiten por el interior de la Tierra. Tipos:

- Ondas p (longitudinales o primarias): Son las más rápidas. Se transmiten por sólidos y líquidos.
- Ondas s (transversales o secundarias): Son más lentas. Sólo se transmiten por sólidos.

La velocidad de propagación de las ondas sísmicas aumenta con la rigidez del material y disminuye con la densidad

Si estudiamos la velocidad de transmisión de estas ondas por el interior de la Tierra obtenemos el siguiente gráfico:



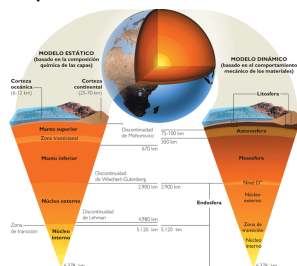
¿Cómo puedes explicar los cambios de velocidad de las ondas S y P que se observan en el gráfico? ¿Qué nos indica eso del estado del interior de la Tierra?

20 min

Presentación explicativa sobre la estructura dinámica del interior de la Tierra y su relación con la estructura química.

El profesor o profesora realizará una exposición de los contenidos apoyándose en una presentación y el libro de texto. Es importante la frecuente interacción con el alumnado para mantener su atención. Los alumnos y alumnas deberán ir tomando apuntes de las explicaciones con ayuda del libro de texto, la presentación y los mapas conceptuales.

Es importante la utilización de abundantes gráficos que permitan ayudar al alumnado a entender las distintas partes del interior de la Tierra y su comportamiento, ya que esto sienta la base del resto de la unidad.



5.2. A2: Placas litosféricas

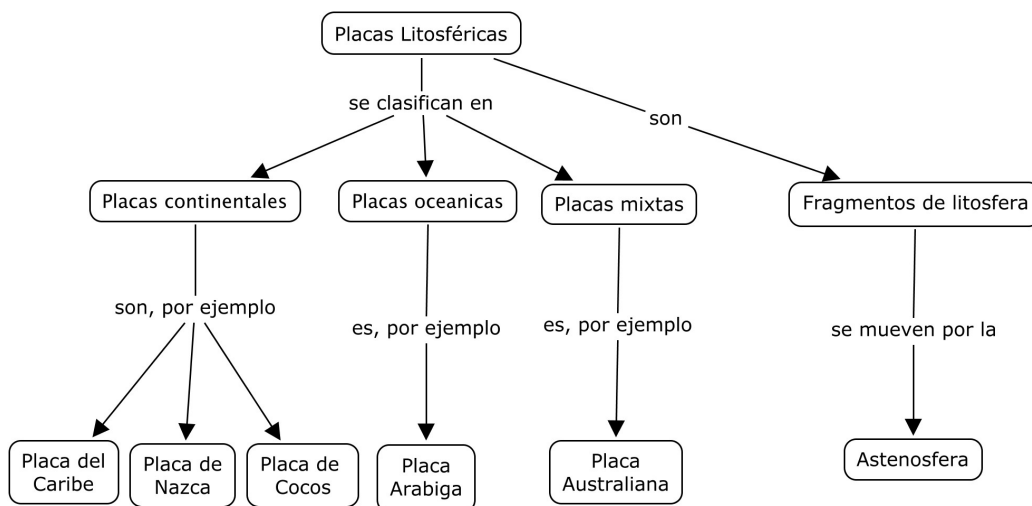
Día 3: Placas litosféricas

Los alumnos y alumnas estudiarán la existencia y localización de las placas litosféricas más importantes.

Objetivos de la clase:

- Hacer que el alumnado forme parte de su propio aprendizaje partiendo de cuestiones cercanas a ellos.
- Aprender que un proceso de investigación incluye la elaboración de hipótesis.
- Estudiar algunos de los principios de la teoría de la Tectónica de placas
- Aprender como buscar información en textos científicos y noticias de prensa
- Potenciar que los alumnos y alumnas expresen sus ideas e inquietudes de forma clara, precisa y respetuosa.

Resumen de contenidos:



Materiales:

Presentación del tema, parte de placas litosféricas (mapa conceptual no incluido en el mapa general), mapa conceptual en blanco, libro de texto, Actividades 2 y 3 (mapas, noticias de prensa, textos científicos), cuadernos de actividades, agenda escolar, pinturas...

Criterios de evaluación:

- Proponer hipótesis que expliquen la causas de la alta actividad e intensidad de volcanes y terremotos en algunas partes del planeta.
- Conocer las partes del mundo donde son más frecuentes los terremotos, volcanes y largas cadenas montañosas interpretando noticias y textos científicos.
- Entender que hay zonas donde esos fenómenos coinciden, y que son zonas de alta inestabilidad que se corresponden con los límites de las placas litosféricas. De esta forma deben corroborar la veracidad o no de sus hipótesis.
- Interpretar un mapa de tectónica de placas entendiendo su relación con la estructura interna de la Tierra.
- Ir completando el mapa conceptual en blanco y tomar apuntes en clase.
- Evaluación de la cooperación, participación y actitud en clase.

Errores conceptuales que pueden aparecer:

- Identificar como sinónimos corteza y litosfera (o placas)
- Relacionar el concepto de placa litosférica sólo con los continentes.
- Los océanos son los responsables de que haya corteza oceánica.
- Las plataformas continentales son similares a estantes, se extienden a lo largo del borde del continente y pueden romperse para formar tsunamis.
- El borde de un continente es lo mismo que límite de placa.

Desarrollo y metodología:

10 min Corrección de la Actividad 1 que tenían como tarea.
Para la corrección se pide que levanten la mano para contestar en voz alta. Un alumno o alumna responde y otros estudiante pueden aportar una respuesta diferente o mejorar algo. Después con ayuda del docente se corrige aquello que está mal, incidiendo en los errores conceptuales identificados.
Toda actividad corregida es susceptible de aparecer en la prueba final.

Act. opcional Actividad 2: Emisión de hipótesis (1). Se trata de una actividad que deben realizar en clase e incluirla en su cuaderno de actividades, deben copiar en enunciado en su cuaderno y contestar. Se proyecta en la pantalla y se explica qué deben hacer.

Actividad 2: Emisión de hipótesis (1)

Sabemos que la sismicidad no es igual en todas las partes del planeta.
¿Por qué hay zonas donde la magnitud de los terremotos es mayor? Emite una hipótesis que permita explicar estas diferencias de sismicidad en diferentes puntos de la Tierra.

30 min Actividad 3: Localización de terremotos y volcanes (1). Se entrega a los alumnos y alumnas esta actividad que deben realizar en clase e incluirla en su cuaderno de actividades.
Es importante controlar el tiempo para cada parte de la actividad.
(Con la actividad 2, si se realiza, se trataría de contrastar las hipótesis realizadas)

Actividad 3: Localización de terremotos y volcanes (1)

10 min En unos textos, noticias de prensa, y finalmente mapas, dados por el docente, los alumnos y alumnas deben buscar información acerca de los lugares donde terremotos, erupciones volcánicas y largas cadenas montañosas son más frecuentes y situarlos en un mapamundi en blanco (ANEXO IV). Después de que extraigan los principales puntos de los textos se les proyectará un mapa completo de cada tipo para que completen el suyo.

5 min Después, los alumnos y alumnas dibujarían líneas sobre las zonas de coincidencia. De esta forma quedan evidenciadas las placas litosféricas más importantes. Ver Mapamundi completo en ANEXO V con las placas.

10 min Conclusiones. El docente debe asegurarse que los alumnos y alumnas ven que:
- Esas zonas que han marcado son zonas de alta inestabilidad
- Algunas de esas líneas coincide con las costas de los continentes

- 10 min Presentación explicativa sobre las placas litosféricas.
- El profesor o profesora realizará una exposición de los contenidos apoyándose en los resultados obtenidos en la actividad 3, haciendo ver a los alumnos que esas líneas dibujadas nos están marcando zonas de ruptura de la litosfera, llegando así al concepto de placa litosférica y límite de placa (zona de alta inestabilidad).
- Es importante la frecuente interacción con el alumnado para mantener su atención. Los alumnos y alumnas deberán ir tomando apuntes de las explicaciones con ayuda del libro de texto, la presentación y los mapas conceptuales.

5.3. A3: El movimiento de las placas litosféricas

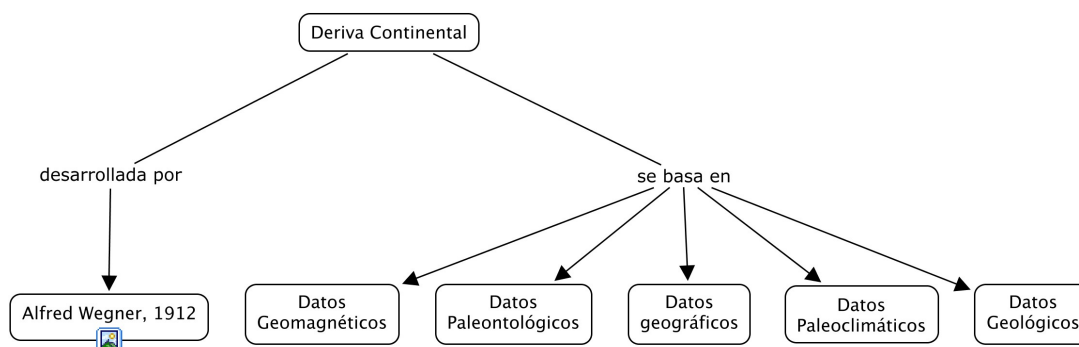
Día 4: La deriva continental

Los alumnos y alumnas estudiarán la existencia y localización de las placas litosféricas más importantes.

Objetivos de la clase:

- Aprender a trabajar en grupo y ser responsable de alguna de las tareas del grupo
- Conocer la teoría de la deriva continental y sus limitaciones.
- Observar y analizar las evidencias científicas utilizadas por Wegener.
- Leer e interpretar mapas y símbolos de mapas.
- Utilizar las evidencias para intentar reconstruir los continentes.
- Interpretar los resultados para formular hipótesis al respecto.
- Defender su posición respecto a la deriva continental.
- Llegar a la conclusión de que las placas litosféricas se están moviendo continuamente.
- Potenciar que los alumnos y alumnas expresen sus ideas e inquietudes de forma clara, precisa y respetuosa.

Resumen de contenidos:



Materiales:

Presentación del tema, parte de deriva continental (incluido desarrollo en mapa conceptual), mapa conceptual en blanco, libro de texto, Actividad 4 (Puzzle), cuadernos de actividades, agenda escolar, pegamento, tijeras, pinturas...

Criterios de evaluación:

- Realización de la actividad 4 trabajando por parejas de forma adecuada
- Entender el concepto de plataforma continental
- Ser conscientes de que hay muchas pruebas que muestran la existencia de un supercontinente, Pangea
- Ser capaz de explicar las evidencias en las que se basa la deriva continental.
- Escribir un pequeño informe que muestre los resultados obtenidos en la actividad y en el que concluyan si las evidencias estudiadas son o no suficientes para aceptar la teoría de la deriva continental.

Errores conceptuales que pueden aparecer:

- Relacionar el concepto de placa litosférica sólo con los continentes.
- Sólo se mueven los continentes (Concepto original de Wegener)

- Los océanos actuales sólo se formaron como rotura del Pangea (esto va unido con la idea de que Pangea fue el continente original en la formación de la Tierra. Es un error en el concepto de dinamismo y evolución de la Tierra).
- Las plataformas continentales son similares a estantes, se extienden a lo largo del borde del continente y pueden romperse para formar tsunamis.

Desarrollo y metodología:

- 10 min Breve presentación sobre Wegener y la deriva continental.
El profesor o profesora realizará una exposición de los contenidos apoyándose en una presentación y el libro de texto. Es importante la frecuente interacción con el alumnado para mantener su atención. Los alumnos y alumnas deberán ir tomando apuntes de las explicaciones con ayuda del libro de texto, la presentación y los mapas conceptuales.
Las evidencias aportadas por Wegener se nombran y explican que significan, sin llegar a mostrarlas en mapas. Por ejemplo:
“En 1912, un científico llamado Alfred Wegener propuso una idea muy innovadora acerca del origen de los continentes, la deriva continental. Recogiendo el trabajo de científicos anteriores, propuso que los continentes actuales estuvieron una vez unidos formando un super-continente llamado Pangea, que significa toda la tierra. Esta teoría sostiene que los continentes se han ido separando unos de otros hasta su posición actual. Wegener apartó una serie de evidencias científicas que apoyaban su teoría de la deriva continental. Hablaba de evidencias paleontológicas, paleoclimáticas, geológicas, geomagnéticas y geográficas” (14)
- 35 min Actividad 4: Contraste de las evidencias de Wegener (22). Se les explica que con el fin de comprobar esta serie de evidencias se va a realizar una actividad que consiste en intentar reconstruir Pangea basándose en las pruebas geográficas (forma de los continentes) y paleontológicas (presencia de tipos de fósiles).

Actividad 4: Contraste de las evidencias de Wegener (22)

- 10 min Se divide a los alumnos y alumnas en grupos de 2-3 personas y se les entrega el material para la actividad 4:
- Mapamundi actual (sirve el mapa utilizado el día anterior)
 - Clave de las evidencias paleontológicas de Wegener (ANEXO VII)
 - Piezas del puzzle (ANEXO VI)
- 5 min Con ayuda del mapamundi actual deben identificar y etiquetar cada una de las piezas del puzzle. Hacer notar las plataformas continentales, explicando qué son.
Con ayuda de la clave de las evidencias deben colorear en las piezas cada tipo de fósil con su color en la clave. Después hay que recortar las piezas.
- 10 min Resolver el puzzle basándose en la información de la clave para alcanzar una solución. Una vez se crea que se tiene la solución se pegan las piezas juntas en un folio en blanco (reconstrucción de Pangea).

10 min	Los grupos exponen los resultados obtenidos y se comparan sus soluciones con la posición real de los continentes hace 250 millones de años (se proyecta en la pizarra (ANEXO VIII)
Act. opcional	Se pone como tarea: Escribir un pequeño informe que muestre los resultados obtenidos en la actividad y en el que concluyan si las evidencias estudiadas son o no suficientes para aceptar la teoría de la deriva continental. El informe sería incluido en el cuaderno de actividades.
5 min	Completar la presentación explicativa de la Deriva continental y el resto de las evidencias presentadas por Wegener. El profesor o profesora realizará una exposición de los contenido apoyándose en una presentación y el libro de texto. Es importante la frecuente interacción con el alumnado para mantener su atención. Los alumnos y alumnas deberán ir tomando apuntes de las explicaciones con ayuda del libro de texto, la presentación y los mapas conceptuales.

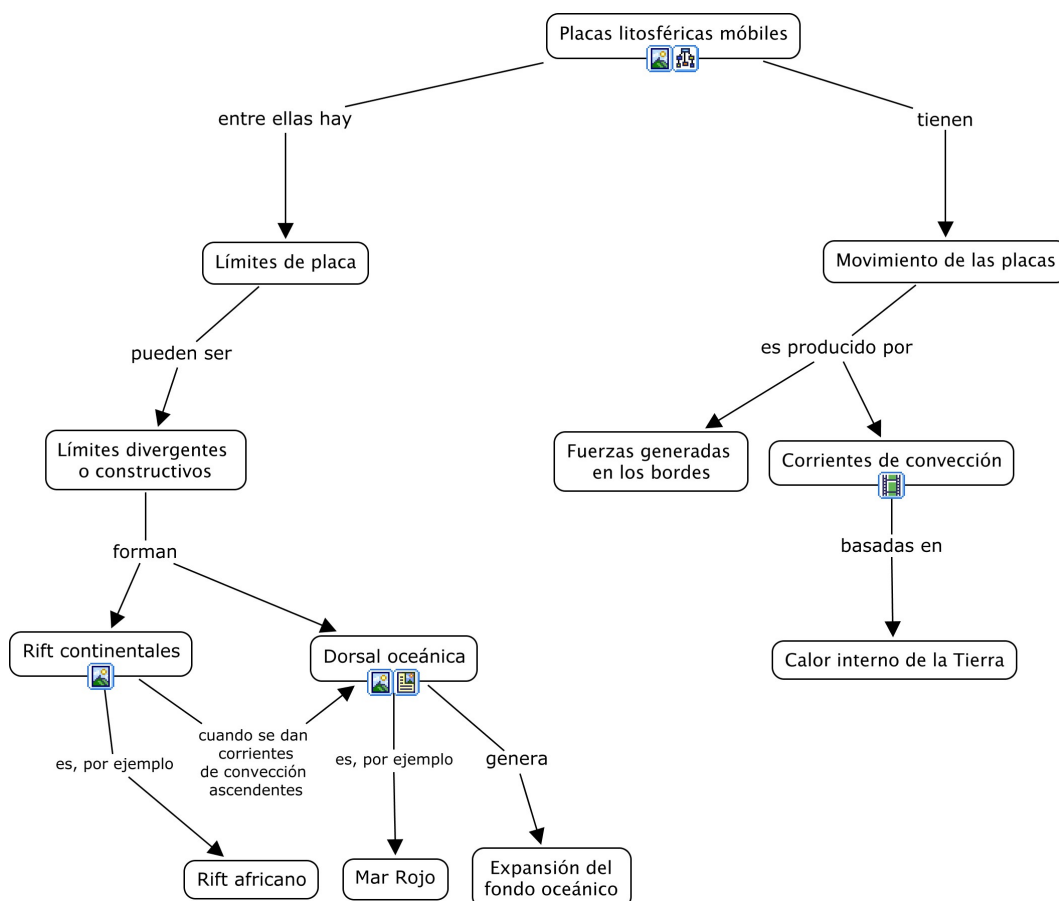
Día 5: ¿Por qué se mueven las placas litosféricas?. Expansión del fondo oceánico

Comenzando con la explicación de las principales limitaciones de la deriva continental, se utilizará un texto acerca de la exploración del fondo oceánico para que los alumnos puedan entender la expansión del fondo oceánico y las fuerzas que hay detrás de ella.

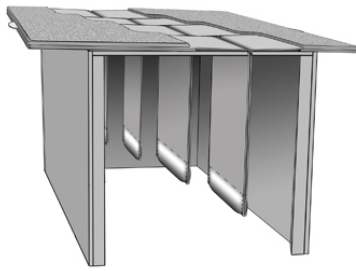
Objetivos de la clase:

- Entender que la separación de los continentes se ha producido por el movimiento de las placas litosféricas y no solo de los continentes.
- Entender que son las dorsales oceánicas y como el material del manto emerge a través de ellas de forma secuencial dando lugar a la expansión del fondo oceánico.
- Aprender que la convección que se da en el manto.
- Los alumnos y alumnas conocerán las corrientes de convección y las fuerzas ejercidas en los límites como las causas de la movilidad de las placas litosféricas.
- Llegar a la conclusión de que las placas litosféricas se están moviendo continuamente.
- Potenciar que los alumnos y alumnas expresen sus ideas e inquietudes de forma clara, precisa y respetuosa.

Resumen de contenidos:



Materiales:



Modelo explicativo (3): La expansión del fondo oceánico (ANEXO IX)

Presentación del tema, parte de expansión del fondo oceánico y fuerzas detrás de la tectónica de placas (incluido desarrollo en mapa conceptual), mapa conceptual en blanco, libro de texto, cuadernos de actividades, agenda escolar...

Criterios de evaluación:

- Conocer las limitaciones de la deriva continental
- Leer textos científicos y sacar hipótesis de ellos.
- Conectar la nueva información con el concepto de placa litosférica y límite de placa visto con anterioridad.
- Darse cuenta y entender que la separación de los continentes se debe a la generación de corteza oceánica en las dorsales oceánicas.
- Entender y saber explicar un modelo explicativo de la expansión del fondo oceánico.
- Entender que las rocas basálticas más antiguas son las que están más alejadas de las dorsales
- Darse cuenta de que en las zonas más alejadas de las dorsales ha habido un mayor tiempo de sedimentación que las más cercanas.
- Cálculo de el tiempo aproximado que ha tardado el océano Atlántico en abrirse hasta su estado actual

Errores conceptuales que pueden aparecer:

- Creer que la convección sólo se da en fluidos como el agua o el magma.
- Relacionar el concepto de placa litosférica sólo con los continentes.
- La astenosfera es líquida (los alumnos y alumnas suelen relacionar exclusivamente las corrientes de convección con el estado líquido, no sólido. Hay muchos vídeos educativos que muestran este tipo de error)
- Sólo se mueven los continentes (Concepto original de Wegener)
- Las dorsales oceánicas divergentes son debidas a la elevación o convergencia vertical, en lugar de la divergencia (Según la experiencia de los estudiantes, el pandeo es por lo general debido a la convergencia o levantamiento, en lugar de las diferencias en temperatura y densidad, por lo que las ilustraciones de las dorsales no encajan fácilmente con un movimiento de separación) .
- El movimiento de las placas es imperceptible en escala temporal humana. (esto solo es cierto para las placas más lentas y subestima la importancia del movimiento).
- El movimiento de las placas es lo suficientemente rápido como para causar caos financieros y políticos por colisiones de continentes y como para separar familias o especies.
- El borde de un continente es lo mismo que límite de placa.
- Identificación de un tipo de límite de placa con un tipo de placa. Por ejemplo, una placa tiene que ser divergente o convergente.

Desarrollo y metodología:

- Act. opcional Recibimiento y saludo. Se comenzará comprobando si han realizado el informe sobre si las evidencias de la deriva continental (opcional) son o no suficientes para aceptar la teoría. Se leerán un par o tres ejemplos en voz alta (preferiblemente con diferentes opiniones).
- 10 min Recibimiento y saludo. Breve presentación sobre las limitaciones de la deriva continental. El profesor o profesora realizará una exposición de los contenidos apoyándose en una presentación y los informes leídos por los alumnos (si se puede).
Es importante la frecuente interacción con el alumnado para mantener su atención. Los alumnos y alumnas deberán ir tomando apuntes de las explicaciones con ayuda del libro de texto, la presentación.
Se deberá incluir al menos:
- Wegener no explicaba cómo o por qué se separaban los continentes ni cuando ocurría.
 - Tampoco explicaba cómo los continentes se desplazan por el suelo oceánico sólido.
- Act. opcional Texto: Exploración del fondo oceánico. El profesor o profesora entrega a los alumnos y alumnas un breve texto acerca de los descubrimientos realizados tras la Segunda Guerra Mundial sobre el fondo del océano. Los estudiantes deben intentar relacionar lo leído con los conceptos de placa litosférica, límite de placa y la deriva continental visto con anterioridad y tratar de establecer conclusiones.
- 20 min Presentación explicativa acerca de la expansión del fondo oceánico.
El profesor o profesora realizará una exposición de los contenidos apoyándose en una presentación y el libro de texto. Es importante la frecuente interacción con el alumnado para mantener su atención. Los alumnos y alumnas deberán ir tomando apuntes de las explicaciones con ayuda del libro de texto, la presentación y los mapas conceptuales.
Para facilitar el entendimiento de la expansión del fondo oceánico se utilizará el **modelo explicativo** (ANEXO IX) que se llevará y explicará en clase tras la exposición del profesor (2,3). Los alumnos y alumnas podrán interactuar con él, hacer preguntas...
Actividad 5: Expansión del Atlántico (1): Para hacer en clase. La actividad se proyectará en la pantalla, los alumnos deberán copiar el enunciado en su cuaderno de actividades y contestarla.

Actividad 5: Expansión del Atlántico (1)

Calcula el tiempo transcurrido desde la apertura del Océano Atlántico hasta nuestros días, sabiendo que la extensión de este océano desde las costas de Florida hasta el Noroeste de África es, aproximadamente, 8000 km y que la velocidad de expansión del fondo oceánico en ese lugar se estima en unos 3cm/año.

- | | |
|--------|---|
| 10 min | Corrección de la Actividad 5. Esta actividad es importante ya que el docente debe hacer entender a los alumnos y alumnas el concepto de tiempo geológico. Se puede hacer referencia a como se situarían los continentes a diferentes tiempos desde que se empezó a separar América de África. |
| 10 min | Para finalizar se hará una breve introducción a las fuerzas responsables del movimiento de las placas litosféricas: las corrientes de convección en el manto y las fuerzas ejercidas en los límites entre las placas. |

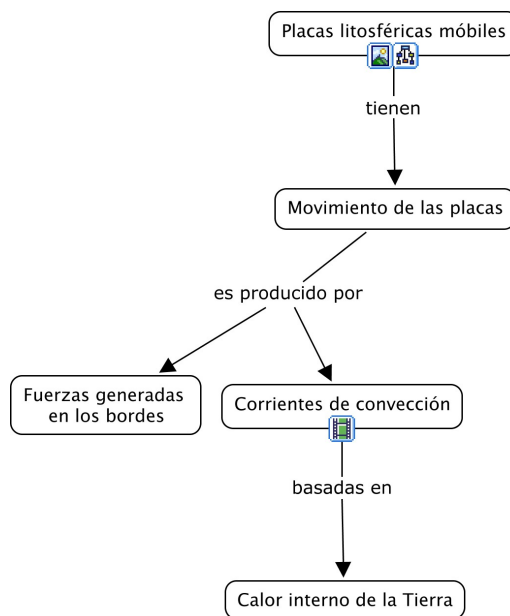
Día 6: Experiencia práctica: Las corrientes de convección

Los alumnos estudiarán varios modelos que les van a ayudar a entender como se producen y como funcionan las corrientes de convección. Se puede realizar en el aula o en laboratorio.

Objetivos de la clase:

- Entender que la separación de los continentes se ha producido por el movimiento de las placas litosféricas y no solo de los continentes.
- Aprender que la convección que se da en el manto, entendiendo que las altas temperaturas del interior de la tierra y la energía almacenada son los responsables de la dinámica interna.
- Los alumnos y alumnas conocerán las corrientes de convección y las fuerzas ejercidas en los límites como las causas de la movilidad de las placas litosféricas.
- Aprender a hacer observaciones y diseñar una plan para investigar o demostrar un determinado fenómeno utilizando el pensamiento crítico.
- Potenciar que los alumnos y alumnas expresen sus ideas e inquietudes de forma clara, precisa y respetuosa.

Resumen de contenidos:



Materiales:

Modelos explicativos:

- Lámpara de lava (23)
- Corrientes de convección (11, 23):
 - Vasos de precipitado grande
 - Agua
 - Mecheros
 - Soportes y anillos metálicos
 - Tela de asbesto
 - Virutas (que se hundan pero sean ligeras). Por ejemplo, aluminio, te, brillantina...

Presentación del tema, parte de expansión de las fuerzas detrás de la tectónica de placas (incluido desarrollo en mapa conceptual), mapa conceptual en blanco, libro de texto, cuadernos de actividades, agenda escolar...

Criterios de evaluación:

- Darse cuenta y entender que la separación de los continentes se debe a la generación de corteza oceánica en las dorsales oceánicas.
- Entender y saber explicar los modelos explicativos de las corrientes de convección.
- Realizar y entregar las actividades asociadas a los modelos explicativos.
- Comportarse correctamente en un laboratorio y aprender a utilizar el material.
- Valoración grupal de cooperación y participación

Errores conceptuales que pueden aparecer:

- Creer que la convección sólo se da en fluidos como el agua o el magma.
- El manto es líquido (los alumnos y alumnas suelen relacionar exclusivamente las corrientes de convección con el estado líquido, no sólido. Hay muchos vídeos educativos que muestran este tipo de error)
- El movimiento de las placas es imperceptible en escala temporal humana. (esto solo es cierto para las placas más lentas y subestima la importancia del movimiento).
- El movimiento de las placas es lo suficientemente rápido como para causar caos financieros y políticos por colisiones de continentes y como para separar familias o especies.

Desarrollo y metodología:

La clase será impartida en el laboratorio de Ciencias Naturales. Por ello, el día anterior se informará de que acudan allí directamente y se habrán recordado las normas del laboratorio y el material que deben llevar (sólo bolígrafo o lápiz).

10 min	<p>Presentación explicativa acerca de las corrientes de convección en el manto y las fuerzas ejercidas en los límites entre las placas. Se completará lo comenzado el día anterior.</p> <p>El profesor o profesora realizará una exposición de los contenidos apoyándose en una presentación y el libro de texto. Es importante la frecuente interacción con el alumnado para mantener su atención. Los alumnos y alumnas deberán ir tomando apuntes de las explicaciones con ayuda del libro de texto, la presentación y los mapas conceptuales.</p>
5 min	<p>Se divide a los alumnos y alumnas en grupos de 2 o 3 para el trabajo en laboratorio y se entrega:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ficha de trabajo: La lámpara de lava (ANEXO X)• Procedimiento para el desarrollo del modelo de corrientes de convección (ANEXO XI)• Ficha de trabajo: Las corrientes de convección (ANEXO XII) <p>En cada puesto de trabajo ya estará preparado el material necesario.</p>
10 min	<p>Explicación del modelo: la lámpara de lava (23). Es un modelo que permite explicar el ascenso del material al hacerse menos denso cuando aumenta su temperatura. Explica también el ascenso del material que sale por los volcanes. Conforme el docente va explicando el modelo los alumnos y alumnas deben ir contestando a las preguntas de la ficha de trabajo.</p>

20 min Práctica del modelo (11, 23): las corrientes de convección. Es un modelo demostrativo llevado a cabo por los grupos de trabajo con la ayuda del profesor. Los alumnos y alumnas observan el movimiento de las partículas (por ejemplo de aluminio) para ver como funciona la convección.

Primero se lee en alto el procedimiento asegurándose que todo el mundo lo ha entendido y recalcando la importancia de tener cuidado con el mechero.

Recordar a los alumnos y alumnas que deben ir rellenando la ficha de trabajo conforme vayan realizando el modelo. También hay que comprobar que todos los grupos tienen el material (que habrá que preparar con anterioridad).



Proyecto Biosfera (8)

Durante el desarrollo del modelo el profesor o profesora irá pasando por todos los puestos resolviendo cualquier duda y ayudar a los grupos. Se trata de un experimento de auto-descubrimiento, por lo que le docente debe dejar a los alumnos explorar y responder las preguntas sin ayuda. Las preguntas que no les de tiempo a contestar la tendrán que contestar en casa.

5 min Limpieza del laboratorio. Cada grupo de trabajo deberán limpiar y recoger su material y zona de trabajo. Cuidado con el material caliente.

Recordad que el próximo día se deberán entregar las fichas de trabajo completadas.

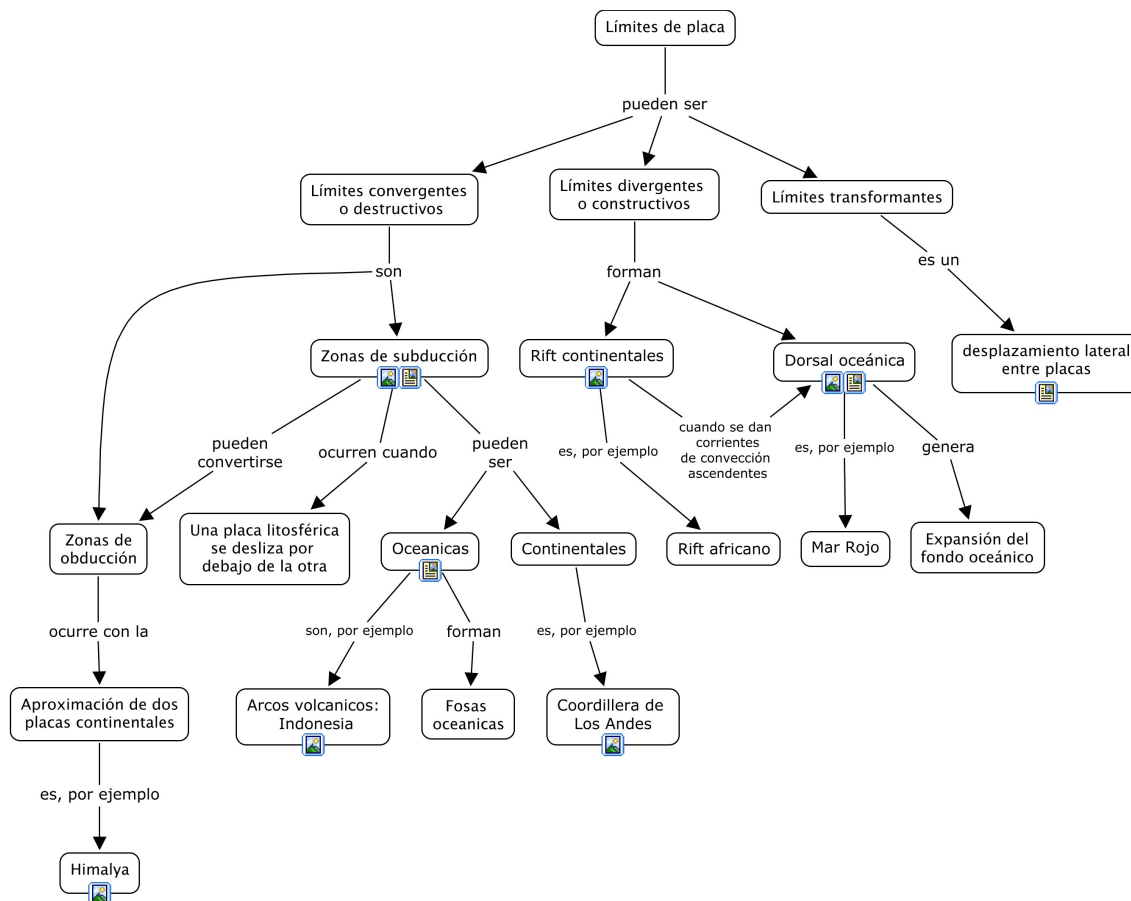
Día 7: Límites de placas

Partiendo de la expansión del fondo oceánico se estudiarán los diferentes tipos de límites entre placas tectónicas y sus principales características y consecuencias.

Objetivos de la clase:

- Entender que son las dorsales oceánicas y como el material del manto emerge a través de ellas de forma secuencial dando lugar a la expansión del fondo oceánico.
- Aprender que es un Rift continental
- Entender el proceso de destrucción de la corteza oceánica cuando una placa se desliza bajo otra.
- Comprender las diferentes formas de límites convergentes (subducción y obducción)
- Aprender que en un límite transformante hay un desplazamiento lateral entre placas, lo que provoca grandes fenómenos de fricción y actividad sísmica.
- Potenciar que los alumnos y alumnas expresen sus ideas e inquietudes de forma clara, precisa y respetuosa.

Resumen de contenidos:



Materiales:

Presentación del tema, parte de límites entre placas (incluido desarrollo en mapa conceptual), diagramas de los límites de placa, modelo de expansión del fondo oceánico (2,3), mapa conceptual en blanco, libro de texto, cuadernos de actividades, agenda escolar...

Criterios de evaluación:

- Darse cuenta y entender que la separación de los continentes se debe a la generación de corteza oceánica en las dorsales oceánicas.
- Aprender por qué en los ejes de los continentes y algún archipiélago hay fosas oceánicas muy profundas.
- Entender que en esas fosas, la corteza oceánica es destruida por la subducción de una placa bajo otra.
- Saber que la obducción consiste en la aproximación de dos placas continentales después de un proceso de subducción, el cual desemboca en la formación de una cadena montañosa.
- Aprender el tipo de límite que hay en la costa oeste de Estados Unidos y sus consecuencias.
- Identificar las placas litosféricas en un mapa y ser capaz de señalar las diferencias entre los tipos de límites que las separan, según su movimiento y los procesos geológicos que se observan asociados. (reconocer la relación entre la localización de los límites de placas y las áreas de alta actividad sísmica y volcánica)
- Aprender a escribir un informe científico con todas sus partes
- Diseñar un modelo explicativo identificando la relación entre sus partes y la realidad.

Errores conceptuales que pueden aparecer:

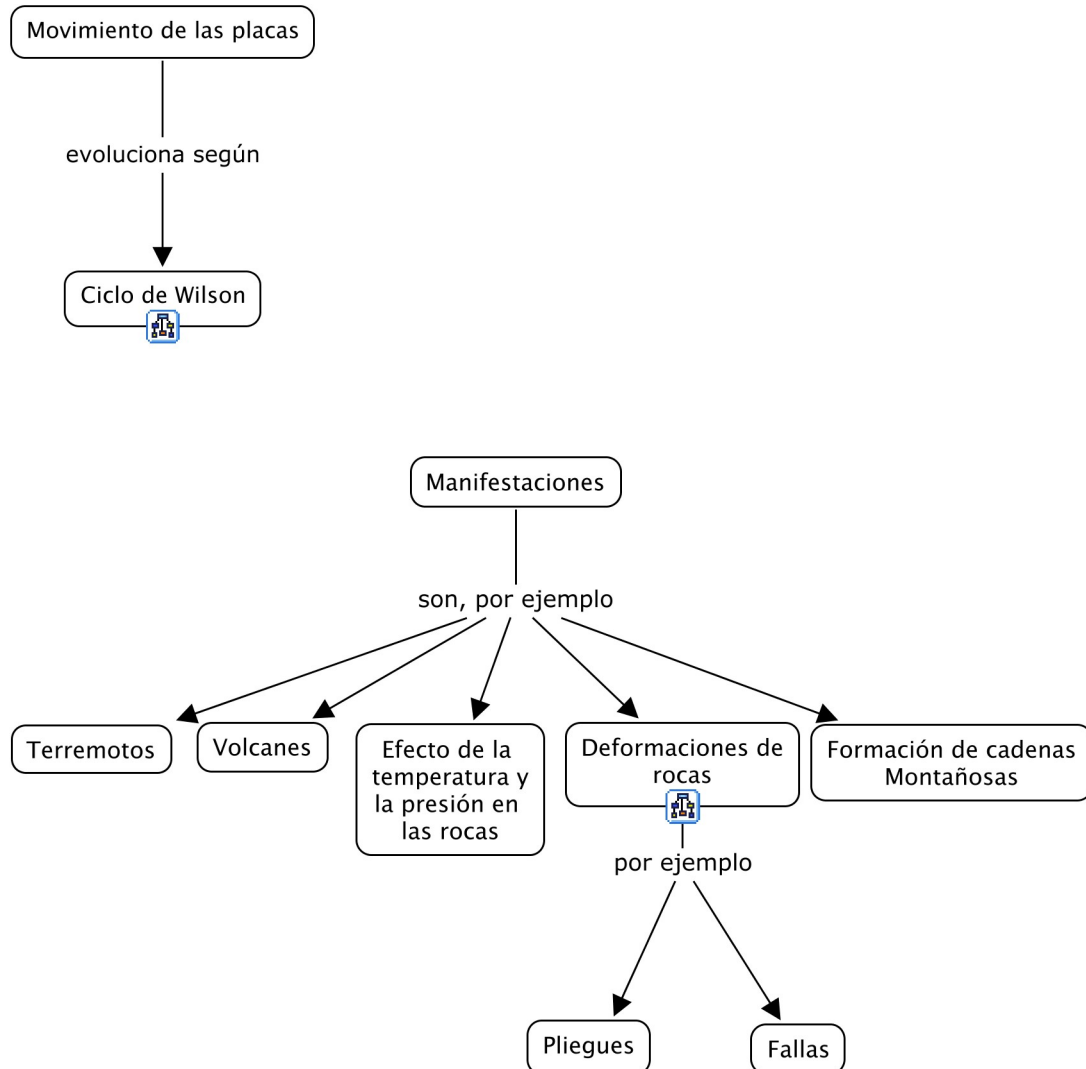
- Relacionar el concepto de placa litosférica sólo con los continentes.
- La mayor parte de los movimientos de la corteza (especialmente los relacionados con procesos de formación de cordilleras o fosas oceánicas) son movimientos verticales, no laterales (términos como “elevación de montañas”...pueden crear confusión)
- Las dorsales oceánicas divergentes son debidas a la elevación o convergencia vertical, en lugar de la divergencia (Según la experiencia de los estudiantes, el pandeo es por lo general debido a la convergencia o levantamiento, en lugar de las diferencias en temperatura y densidad, por lo que las ilustraciones de las dorsales no encajan fácilmente con un movimiento de separación) .
- El movimiento de las placas es imperceptible en escala temporal humana. (esto solo es cierto para las placas más lentas y subestima la importancia del movimiento).
- El movimiento de las placas es lo suficientemente rápido como para causar caos financieros y políticos por colisiones de continentes y como para separar familias o especies.
- Con el tiempo no ha habido cambios significativos en el ratio áreas oceánicas/áreas continentales (estas ideas fijistas son errores conceptuales comunes, pero esta también fue parte del concepto original de Lyell)
- Identificación de un tipo de límite de placa con un tipo de placa. Por ejemplo, una placa tiene que ser divergente o convergente.

Desarrollo y metodología:

- 10 min Saludo y recibimiento. Se recogen las fichas de trabajo 1 y 2 de las practicas de laboratorio del día anterior.
Se comienza la clase realizando un recordatorio acerca de lo aprendido acerca de:
- Placas litosféricas, límites de placas y su coincidencia con volcanes y terremotos (proyectar mapas en la pantalla)
 - La expansión del fondo oceánico (llevar modelo explicativo)
- 40 min Presentación explicativa acerca de los límites entre las placas.
El profesor o profesora realizará una exposición de los contenido apoyándose en una presentación y el libro de texto. Es importante la frecuente interacción con el alumnado para mantener su atención. Los alumnos y alumnas deberán ir tomando apuntes de las explicaciones con ayuda del libro de texto, la presentación y los mapas conceptuales.
Se entregará a los alumnos y alumnas un diagrama de cada uno de los tipos de límites para que puedan incluirlo en sus apuntes.
- 10 min Se comenzará con la presentación con los límites divergentes o constructivos enlazándolos con el modelo de expansión del fondo oceánico. Tras la explicación se señalarán en el mapa de las placas tectónicas los límites divergentes.
- 15 min Para la explicación de los límites convergentes se puede comenzar con la siguiente pregunta:
“Si sólo hubiese salida de material desde el manto y formación de fondo oceánico, ¿cómo explicarías que el volumen de la Tierra permanece prácticamente constante?”(1)
Algún alumno puede concluir que en algún lugar deberá introducirse o consumirse lo que se ha formado de más. A partir de ahí se hace prestar atención a las fosas oceánicas y se presentan este tipo de límites. Señalar la alta frecuencia de volcanes en las zonas de subducción, al contrario que en las transformantes. Los estudiantes deben llegar a la conclusión de la importancia de la subducción para formar magma y volcanes.
Tras la explicación se señalarán en el mapa de las placas tectónicas los límites convergentes, diferenciando los tipos de convergencia.
- 15 min Por último, se pude preguntar *“¿de qué otra forma podrían moverse las placas?¿qué fenómenos asociados habrá en esas zonas, como por ejemplo California?”*(1). Así introducir la presentación de los límites transformantes.
Tras la explicación se señalarán en el mapa de las placas tectónicas los límites transformantes.

5.4. A4: Manifestaciones de la tectónica de placas

El resumen del contenido recogido en el mapa general e incluido en este apartado es el siguiente:



Se irán viendo las distintas partes en sub-esquemas anidados en el general.

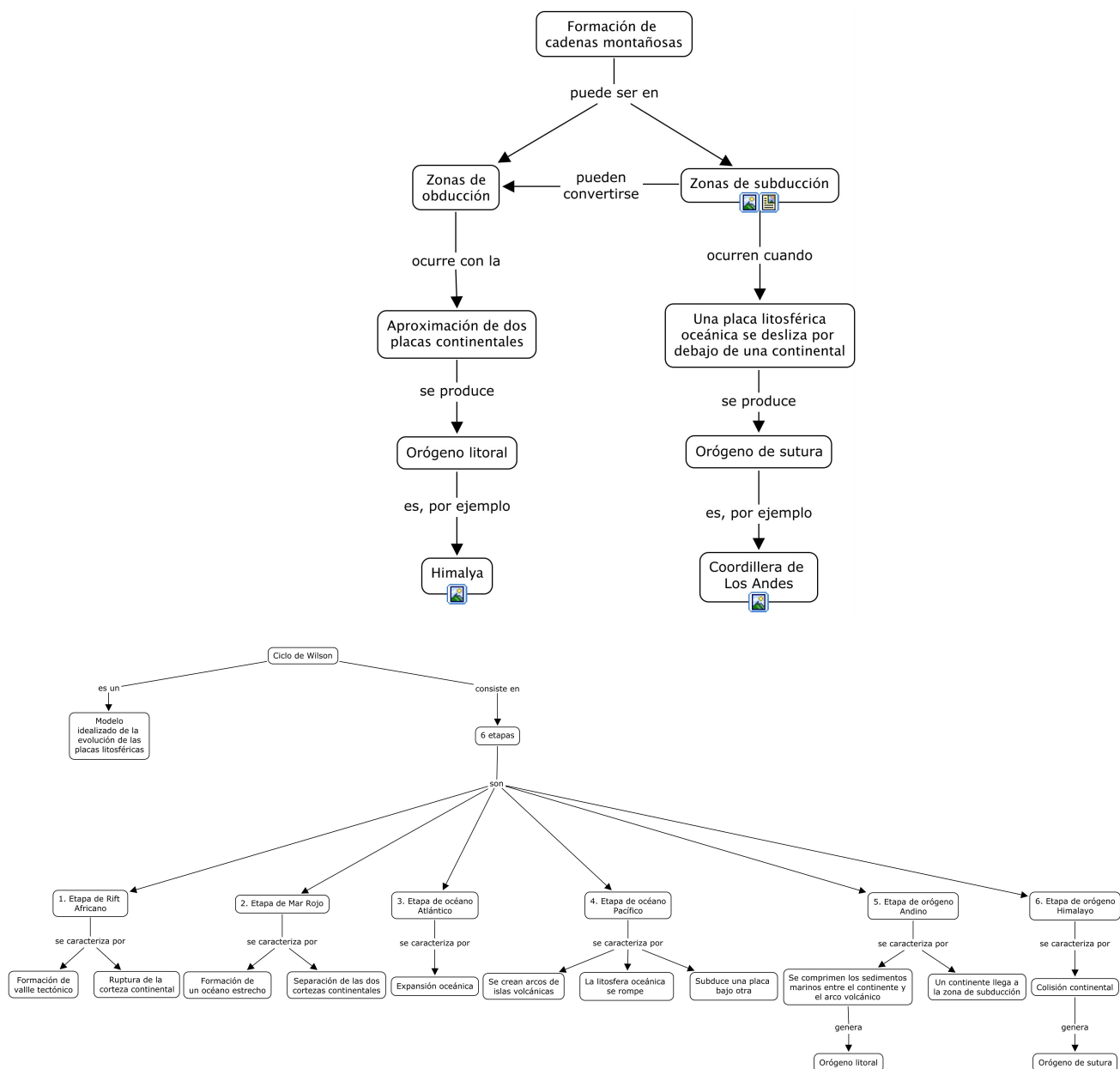
Día 8: Ciclo de Wilson y formación de cadenas montañosas

Se va a estudiar el modelo de Wilson de la evolución en el tiempo de las placas tectónicas y recordando lo aprendido nos fijaremos en los diferentes tipos de orogénesis que se producen asociados a la tectónica de placas.

Objetivos de la clase:

- Entender la evolución del movimiento de las placas tectónicas utilizando como modelo el ciclo de Wilson.
- Aprender los procesos involucrados en la generación de grandes cadenas montañosas identificando ejemplos en un mapa de placas tectónicas.
- Potenciar que los alumnos y alumnas expresen sus ideas e inquietudes de forma clara, precisa y respetuosa.

Resumen de contenidos:



Materiales:

Presentación del tema, parte de ciclo de Wilson y Orogénesis (incluido desarrollo en mapa conceptual), actividad 6 (8) (puzle de Wilson), mapa conceptual en blanco, libro de texto, cuadernos de actividades, agenda escolar, tijeras, pegamento...

Criterios de evaluación:

- Utilizar términos científicos sencillos para explicar el ciclo de Wilson de ruptura y reunión de un super-continente .
- Resolver e integrar la actividad del puzle de Wilson
- Entender que las grandes cordilleras montañosas son formadas por el movimiento de las placas litosféricas.
- Diferenciar entre la orogénesis litoral ligada a la subducción y la de sutura por colisión continental.
- Valoración grupal de cooperación y participación

Errores conceptuales que pueden aparecer:

- Con el tiempo no ha habido cambios significativos en el ratio áreas oceánicas/áreas continentales (estas ideas fijistas son errores conceptuales comunes, pero esta también fue parte del concepto original de Lyell)
- Aparte de las diferencias debidas a cambios en el volumen de hielo, el nivel del mar ha permanecido relativamente constante en el tiempo.
- El movimiento de las placas es imperceptible en escala temporal humana. (esto solo es cierto para las placas más lentas y subestima la importancia del movimiento).
- El movimiento de las placas es lo suficientemente rápido como para causar caos financieros y políticos por colisiones de continentes y como para separar familias o especies.
- La mayor parte de los movimientos de la corteza (especialmente los relacionados con procesos de formación de cordilleras o fosas oceánicas) son movimientos verticales, no laterales (términos como “elevación de montañas”...pueden crear confusión)

Desarrollo y metodología:

10 min	Saludo y recibimiento. Breve introducción del apartado 4, manifestaciones de la tectónica de Placas repasando que ya se ha visto qué es, como y por qué se produce la tectónica de placas. Se presenta que ahora se van a ver las manifestaciones o consecuencias de esos movimientos. Se introducen los conceptos que aparecen en el mapa general indicando que se irán viendo poco a poco. (El mapa general en blanco se termina de rellenar en este momento)
10 min	Presentación explicativa de la orogénesis. Hacer una recopilación de toda la información ya vista en torno a la formación de largas cadenas montañosas. Hay que introducir el concepto de orogénesis y hacer ver a los alumnos la importancia de la tectónica de placas en el relieve. Incidir en los dos tipos diferentes de orogénesis asociada a la tectónica.

15 min

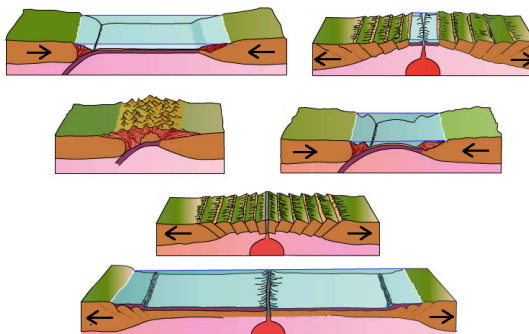
Realización de la actividad 6: El puzle de Wilson (8)

La actividad consiste en reconstruir por parejas el Ciclo de Wilson. Para ello dispondrán de: diagramas de cada una de las etapas y descripciones de cada una de las etapas. Deberán relacionar cada etapa con su descripción y ordenarlas en el orden adecuado. Deberán recortar los diagramas y descripciones e ir probando. Cada alumno tendrá el suyo, pero irán ayudándose por parejas.

Actividad 6: El puzle de Wilson

Si observas las placas en la actualidad y su evolución llegarás a la conclusión de que existen infinitas situaciones posibles. John Tuzo Wilson ordenó esas posibles situaciones en un modelo didáctico y fácil de recordar que se conoce por Ciclo de Wilson. Es un modelo idealizado de la evolución en el tiempo de las placas tectónicas y se compone de 6 etapas.

1. Dispones de 6 diagramas que representan cada una de las etapas del Ciclo de Wilson. Relaciona cada diagrama con una de las descripciones de abajo.
2. Ordena los diagramas y descripciones en el orden que consideres adecuado.
3. Comprueba tu respuesta
4. Pega los diagramas junto con su descripción debidamente ordenados en tu cuaderno de actividades.



Etapa de orógeno **Himalayano**: se produce la colisión continental y se forma el orógeno de sutura.

Etapa de océano **Pacífico**: la litosfera oceánica se rompe y subduce una placa bajo otra. Se crean los arcos de islas volcánicas.

Etapa de océano **Atlántico**: el océano se abre, se produce la expansión y creación de corteza oceánica.

Etapa de orógeno **Andino**: un continente llega a la zona de subducción y los sedimentos marinos comprimidos entre éste y el arco volcánico crean un orógeno litoral.

Etapa de **Rift** Africano: ruptura de la corteza continental y formación de una fosa o valle tectónico.

Etapa de **Mar Rojo**: separación de los dos bloques de corteza continental y formación de un océano estrecho.

15 min	<p>Corrección de la actividad 6 y con explicación y aclaración de dudas acerca del ciclo de Wilson. Se pueden apoyar las aclaraciones con el mapa conceptual del ciclo y con videos y animaciones.</p> <p>Dejar tiempo para que los alumnos peguen los diagramas y descripciones en su cuaderno de actividades.</p>
--------	---

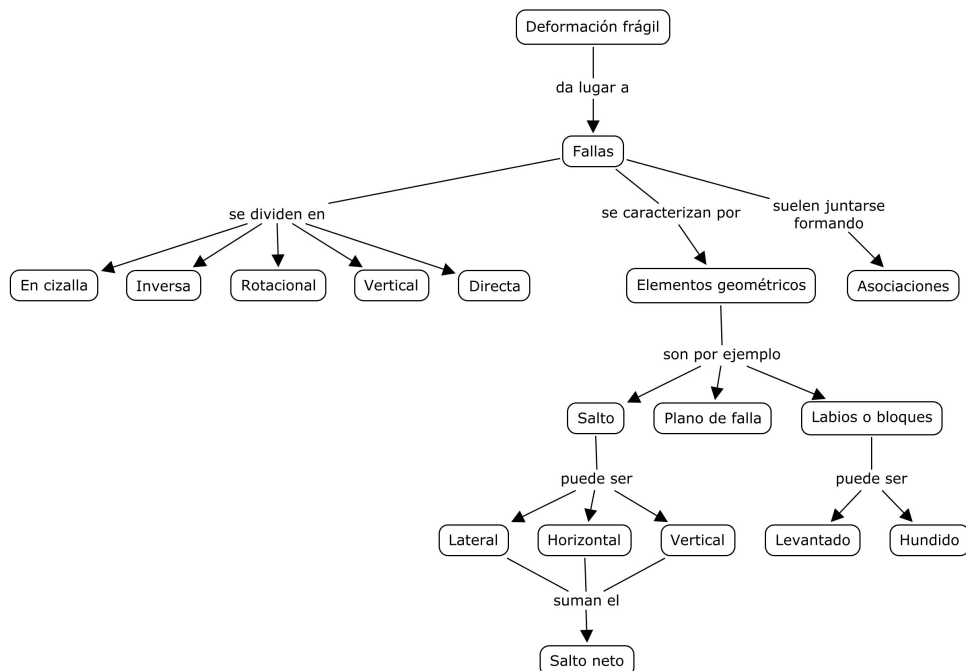
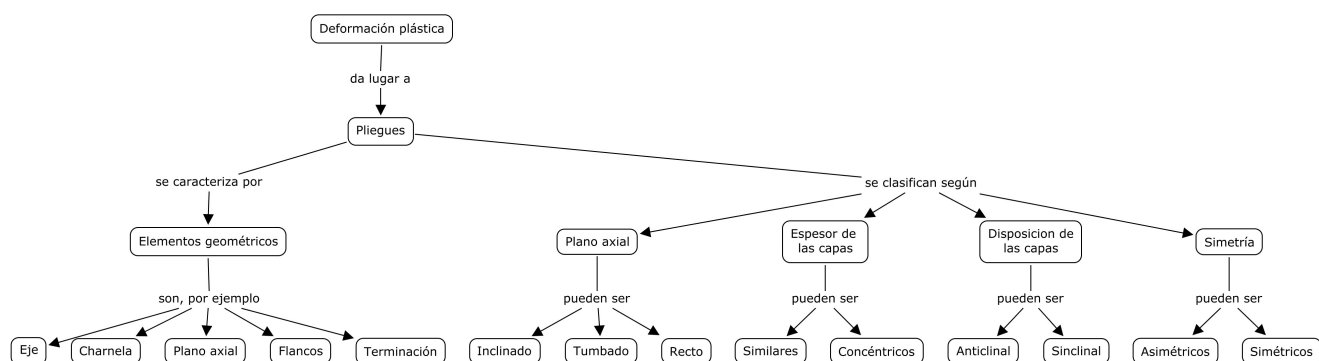
Día 9: La deformación y la transformación de las rocas

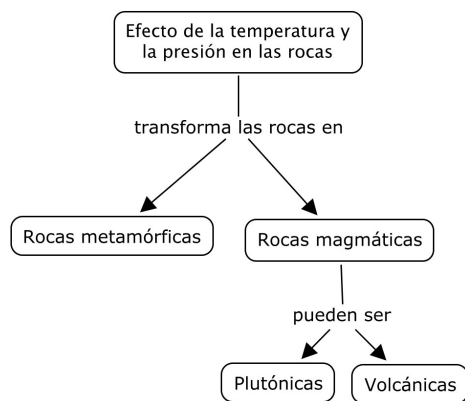
Estudiando la deformación de las rocas podemos saber cómo han sido los esfuerzos que la produjeron y, por tanto, reconstruir la actividad tectónica pasada en una región. Las dos formas más comunes de deformación son las fallas y los pliegues.

Objetivos de la clase:

- Entender que la superficie de la Tierra está afectada por la acción de los procesos geológicos internos y externos, los cuales generan y modulan el relieve.
- Conocer e identificar los elementos de fallas y pliegues en diagramas y fotos. Aprender los criterios que se usan para clasificarlos.
- Asociar la tectónica de placas como causa de los procesos de transformación de rocas (magmatismo y metamorfismo)
- Entender que las deformaciones y transformaciones de las rocas son evidencias de la dinámica interna del planeta.
- Potenciar que los alumnos y alumnas expresen sus ideas e inquietudes de forma clara, precisa y respetuosa.

Resumen de contenidos:





Materiales:

Modelos explicativos de fallas y pliegues (5,17), varios de cada tipo (ANEXO XIII)

Presentación del tema, parte de deformaciones de las rocas (incluido desarrollo en mapa conceptual), mapa conceptual en blanco, libro de texto, cuadernos de actividades, agenda escolar...

Criterios de evaluación:

- Utilizar, experimentar y entender los modelos explicativos de fallas y pliegues.
- Entender las consecuencias o fenómenos asociados a las deformaciones de las rocas.
- Identificar los elementos de fallas y pliegues en diagramas y fotos.
- Aprender a clasificar las fallas y los pliegues según los criterios estudiados.
- Asociar la tectónica de placas con la transformación de rocas y minerales.
- Diferenciar entre transformación y deformación de las rocas.
- Valoración grupal de cooperación y participación

Errores conceptuales que pueden aparecer:

- La mayor parte de los movimientos de la corteza (especialmente los relacionados con procesos de formación de cordilleras o fosas oceánicas) son movimientos verticales, no laterales (términos como “elevación de montañas”...pueden crear confusión)
- El movimiento de las placas es imperceptible en escala temporal humana. (esto solo es cierto para las placas más lentas y subestima la importancia del movimiento).
- El movimiento de las placas es lo suficientemente rápido como para causar caos financieros y políticos por colisiones de continentes y como para separar familias o especies.

Desarrollo y metodología:

20 min Saludo y recibimiento. Presentación explicativa acerca de la deformación de las rocas: fallas y pliegues.
El profesor o profesora realizará una exposición de los contenidos apoyándose en una presentación y el libro de texto. Es importante la frecuente interacción con el alumnado para mantener su atención. Los alumnos y alumnas deberán ir tomando apuntes de las explicaciones con ayuda del libro de texto, la presentación y los mapas conceptuales.

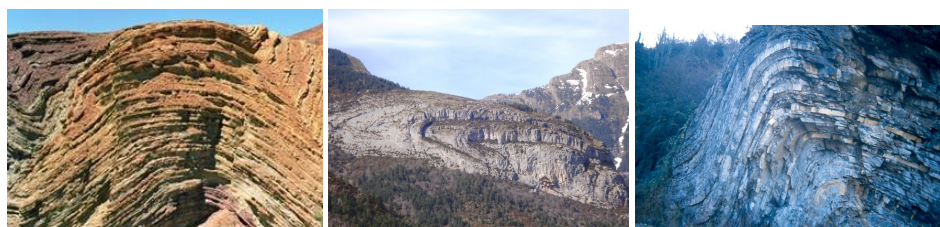
- 10 min Para facilitar el entendimiento de la formación de fallas y pliegues se utilizarán unos **modelos explicativos** (5,17) (ANEXO XIII) que se llevarán y explicarán en clase tras la exposición del profesor. Se dividirá a los alumnos y alumnas en grupos. El número de grupos se ajustará al número de modelos de que se disponga para que cada grupo tenga al menos uno. Así todos los alumnos y alumnas podrán interaccionar con las modelos, experimentar, hacer preguntas...
- Act. opcional Realización de la actividad 7 (10): Identificación de deformaciones rocosas. Consiste en una actividad para hacer en clase. Consiste en identificar distintos tipos de fallas y pliegues en unas fotos reales. Después de identificar las imágenes, intentar reproducirlas con los modelos llevados a clase.

Actividad 7: Identificación de deformaciones rocosas (10)

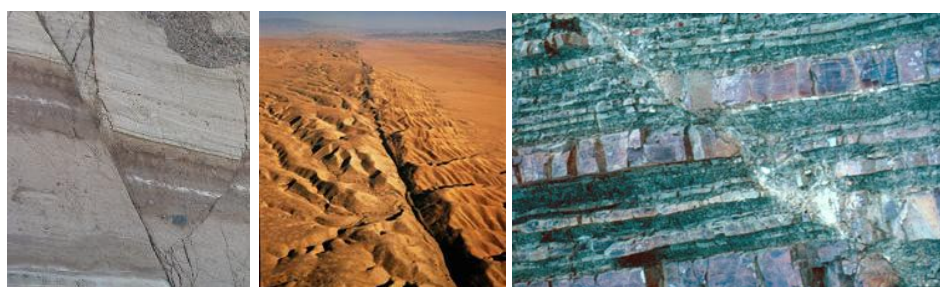
1. Clasifica por la disposición de sus capas los siguientes pliegues:



2. Clasifica por el plano axial los siguientes pliegues:



3. Indica el tipo de fallas que observas en las imágenes:



- 15 min Presentación explicativa acerca de el efecto de la presión y la temperatura en las rocas: metamorfismo y magmatismo
El profesor o profesora realizará una exposición de los contenido apoyándose en una presentación y el libro de texto. Es importante la frecuente interacción con el alumnado para mantener su atención. Los alumnos y alumnas deberán ir tomando apuntes de las explicaciones con ayuda del libro de texto, la presentación y los mapas conceptuales.
No es necesario profundizar mucho, ya que es un tema que se da en otras unidades. Lo importante es que asocien la tectónica de placas con la transformación de rocas y minerales, con la formación de rocas metamórficas y magmáticas.
- 5 min Explicar actividad 8: Diseño de un modelo experimental (1)
Se trata de una actividad para hacer en casa y que se entregará el día del examen final. Consiste en diseñar un modelo experimental que explique el fenómeno de convergencia de placas. No tienen que hacer el modelo en sí sino escribir un informe o artículo científico donde expliquen como lo harían siguiendo la estructura típica de un artículo científico (introducción con hipótesis, material y métodos, resultados esperados y conclusiones)

Actividad 8: Diseño de un modelo experimental (1)

¿Qué ocurrirá en las zonas de choque de placas? ¿serán zonas inestables?

Diseña un modelo experimental donde se ponga de manifiesto algún fenómeno de los que se producen en los lugares en los que concurren placas, como es la formación de montañas por plegamiento de los sedimentos marinos.

Piensa en el tiempo y esfuerzos necesarios para plegar en la naturaleza esos materiales de miles de kilómetros de extensión.

El diseño se debe presentar en forma de artículo científico incluyendo las siguientes partes:

1. Introducción

Escribir una breve introducción que contenga la teoría en que os vais a basar y las hipótesis sobre lo que esperáis obtener o demostrar con el modelo.

2. Material y métodos

Qué materiales y cantidades se necesitan y como hay que fabricar el modelo.

3. Resultados esperados

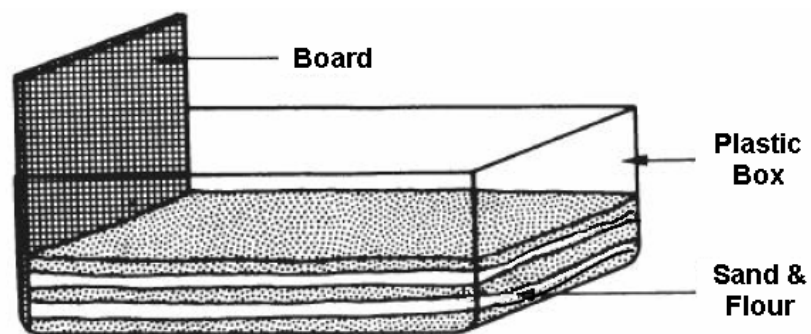
Escribir como funciona y los resultados que se obtienen al utilizar vuestro modelo (que formas o estructuras deberían aparecer, por qué...)

Incluir algún esquema del modelo)

4. Conclusiones

Identificar cada parte de vuestro modelo con la realidad y lo que vuestro modelo podría explicar.

Un ejemplo que se les puede poner es alternando capas de arena y harina, presionarlas hacia un lado para ver los plegamientos:



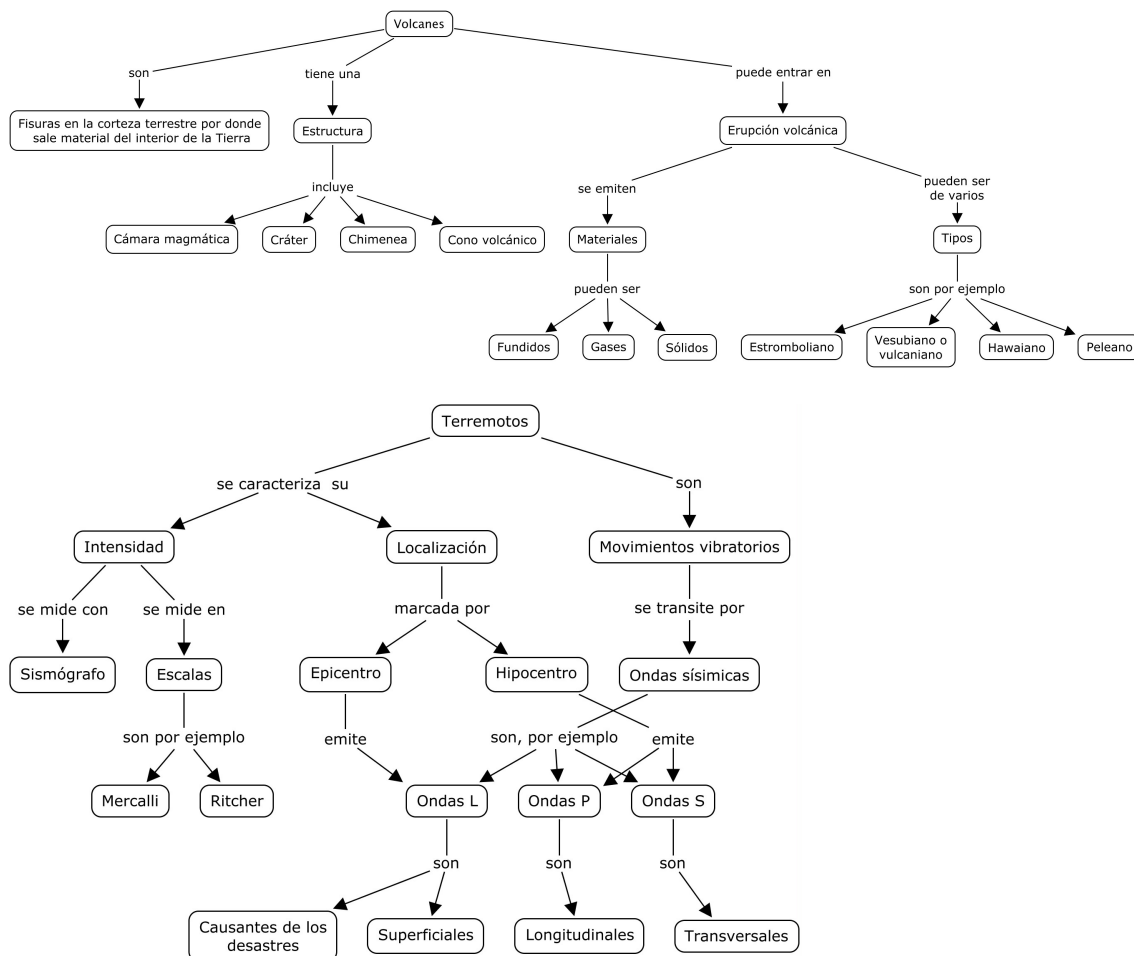
Día 10: Volcanes y Terremotos

Se va a realizar una presentación de los contenidos referidos a los volcanes y terremotos, identificándolos como consecuencias de la tectónica de placas y asociándolos a determinados movimientos concretos.

Objetivos de la clase:

- Entender como se mueven las ondas S y P y ser capaz de interpretar diagramas sísmicos.
- Entender la importancia de la ciencia en la explicación del origen de terremotos y volcanes
- Identificar los volcanes como aperturas de la corteza terrestre a través de la cual sale a la superficie material proveniente del interior de la Tierra.
- Saber que un terremoto es un movimiento vibratorio o temblor que se da en algún lugar de la corteza terrestre.
- Conocer los elementos característicos de un terremoto (hipocentro, epicentro y ondas sísmicas) y un volcán (chimenea, cráter, cono, cámara magmática...).
- Recordar como las ondas sísmicas nos ayudan a estudiar el interior de la Tierra.
- Ser conscientes de los efectos dañinos de volcanes y terremotos.
- Potenciar que los alumnos y alumnas expresen sus ideas e inquietudes de forma clara, precisa y respetuosa.

Resumen de contenidos:



Materiales:

Presentación del tema, parte de volcanes y terremotos (incluido desarrollo en mapa conceptual), mapa conceptual en blanco, libro de texto, cuadernos de actividades, agenda escolar...

Criterios de evaluación:

- Describir como se forman los volcanes incluyendo el tipo de volcanes y erupción volcánica.
- Relacionar la magnitud de los terremotos con la localización del hipocentro respecto a un límite de placa.
- Sacar conclusiones sobre el dinamismo del planeta y valorar el papel de la ciencia en la predicción de catástrofes tales como erupciones volcánicas y terremotos.
- Aplicar lo estudiado acerca de terremotos y volcanes en las sesiones practicas con simuladores (días 11 y 12).
- Realización de la actividad de profundización de la unidad.

Desarrollo y metodología:

10 min	<p>Recibimiento y saludo. Se comenzará recordando brevemente:</p> <ul style="list-style-type: none">• La coincidencia de los límites de placas con las zonas de alta frecuencia de terremotos y volcanes (mapa completo)• Los tipos de límites entre placas y su asociación con la formación de terremotos y/o volcanes.
30 min	<p>Presentación explicativa acerca de los volcanes y terremotos.</p> <p>El profesor o profesora realizará una exposición de los contenido apoyándose en una presentación y el libro de texto. Es importante la frecuente interacción con el alumnado para mantener su atención. Los alumnos y alumnas deberán ir tomando apuntes de las explicaciones con ayuda del libro de texto, la presentación y los mapas conceptuales.</p> <p>Detenerse en explicar bien aquellos conceptos que serán necesarios en la realización de las prácticas con simuladores.</p>
10 min	<p>Explicación de la actividad 9: Actividad de profundización (23) (ANEXO XIV). Se trata de una actividad para realizar en casa y que deberán entregar el día del examen. El objetivo de esta actividad es aportar información aclaratoria en aquellos aspectos que han podido causar mayores errores conceptuales, principalmente sobre convección y placas tectónicas.</p> <p>La actividad consiste en la lectura comprensiva de un texto para después responder a una serie de preguntas.</p>

Día 11: Práctica de simulación 1: los volcanes

Para facilitar al estudiante la comprensión de los fenómenos asociados a los movimientos de las placas (volcanes), se plantea la realización de varias actividades de enseñanza/aprendizaje utilizando una serie de simuladores (4,7)

Objetivos de la clase:

- Hacer que el alumnado forme parte de su propio aprendizaje partiendo de cuestiones cercanas a ellos.
- Aumentar la motivación de los alumnos y alumnas por la unidad
- Comprender el concepto de placa litosférica y valorar la importancia de la interacción entre las placas y sus consecuencias.
- Reconocer, a través del trabajo con los distintos simuladores, que los volcanes son evidencias de la dinámica interna del planeta.
- Relacionar la composición del magma con el tipo de erupción, edificio volcánico y rocas resultantes.
- Identificar la explosividad de los volcanes como causa de la viscosidad, temperatura y presión, simulando volcanes y emitiendo hipótesis explicativas.
- Analizar datos sobre riesgos volcánicos.
- Valorar la importancia del estudio del interior terrestre para la prevención de catástrofes.

Materiales:

Sala de informática (un ordenador por estudiante preferiblemente)

Páginas de los simuladores (7):

- Simulador de volcanes del Museo de Alaska:
<http://www.alaskamuseum.org/features/volcano/>
- Volcano Explorer de Discovery Channel (actividad opcional):
<http://news.discovery.com/games/volcano-explorer.htm>

Cuadernos de actividades, agenda escolar...

Criterios de evaluación:

- Relacionar e interaccionar con las distintas variables que intervienen en la erupción de un volcán para extraer sus propias conclusiones
- Comprender la diferencia entre los términos de magma y lava
- Entender qué es la viscosidad y sus propiedades.
- Recordar la clasificación de las rocas ígneas estudiadas en cursos anteriores.
- Crear distintos tipos de volcanes variando los parámetros de viscosidad del magma y el contenido de gases. Relacionar esto con la peligrosidad.

Desarrollo y metodología:

10 min Recibimiento y saludo. Se comenzará explicando brevemente qué es lo que se va a hacer y recordando el comportamiento que deben tener en el aula de informática.
Los simuladores están en inglés por lo que habrá que prestar atención a aquellos alumnos o alumnas que puedan presentar problemas y guiarles en las simulaciones.

40 min

Simulador de volcanes del Museo de Alaska (inglés)

Para la realización de la actividad se utilizará el simulador de volcanes que se encuentra en la página web del Alaska Museum (7).

Este simulador permite de forma progresiva modificar el contenido en sílice. Al mismo tiempo permite observar los volcanes que se van creando, cómo va cambiando la pendiente y el tipo de erupción. En la parte inferior de la pantalla se pueden observar cuáles son las principales variables que intervienen en la formación de volcanes, como son la presión, la temperatura y la viscosidad del magma, y de qué manera el contenido en sílice va modificando dichas variables. También se puede visualizar el nombre que recibe el volcán creado, el tipo de erupción, el tipo de roca volcánica, y un sismograma que registra las ondas sísmicas procedentes de microterremotos.

La finalidad de esta actividad es que el alumno al modificar el contenido de sílice observe los distintos volcanes que se pueden crear a la vez que relacione todas las variables que se ponen en juego para que extraiga sus propias conclusiones. Para ello se pedirá que realicen y completen en el cuaderno de actividades la siguiente tabla intentando variar el tipo de roca que se forma y el tipo de erupción (Actividad 10 que se proyectarán en la pantalla y deberán copiar en el cuaderno):

Actividad 10: Simulación: Museo de Alaska (7)

Contenido SiO ₂	P	T°	Viscosidad	Tipo erupción	Tipo volcán	Tipo roca	Conclusión

Contesta a las siguientes preguntas:

- 1 ¿Qué tipo de volcanes y erupciones se han producido variando estos parámetros?
- 2 Una de las simulaciones tiene similitudes con la reciente erupción del volcán de Islandia ¿Qué daños pueden provocar las erupciones volcánicas?
- 3 Localiza en el globo terrestre Islandia y emite una hipótesis sobre el origen de este volcán.

Hay que aclarar a los alumnos que lo importante de las simulaciones es que reconozcan los tipos de erupciones, volcanes y rocas. Los parámetros utilizados para generar las simulaciones no hace falta que se los aprendan.

Act. opcional Volcano Explorer de Discovery Channel (7) (inglés)
Esta actividad se realizará utilizando el simulador Volcano Explorer

Al entrar en el simulador aparece una pantalla en la que se puede observar una perspectiva global de la Tierra en movimiento, la cual nos muestra los límites de las placas y la distribución del vulcanismo.

La pantalla principal muestra otras opciones como son los tipos de volcanes, que pulsando sobre ella podemos acceder a los distintos volcanes que nos muestra el simulador, otra de las opciones que tenemos es observar la estructura interna de un volcán con cada una de sus partes.

Finalmente tenemos la opción de construir nuestro propio volcán, que es donde se desarrolla la mayor parte de la interacción, al pulsar sobre ella, la pantalla nos muestra dos escalas una de viscosidad y otra de contenido de gases, una vez elegidas las condiciones de viscosidad y gas que queremos, pulsaremos “start eruption” y podremos visualizar en la pantalla el volcán. El volcán creado se nos mostrará en pantalla, así como datos sobre el material arrojado o el tipo de manifestación volcánica (flujos piroclásticos, lahares, coladas de lava, nubes de cenizas, etc.), pulsando sobre estos datos se desplegará un texto aportándonos más información sobre ellos.

Se responderá en el cuaderno de actividades a las siguientes cuestiones (Actividad 11 que se proyectarán en la pantalla y deberán copiar en el cuaderno). Para ello se modificará los valores de viscosidad y contenido de gases para crear distintos volcanes:

Actividad 11: Simulación Volcano Explorer (7)

- 1 ¿Qué ocurre cuando la viscosidad del magma es mayor que el contenido de gases?
- 2 ¿Y si el contenido de gases es mayor que la viscosidad?
- 3 ¿Qué tipo de volcanes y erupciones se han producido variando estos parámetros?
- 4 Una de las simulaciones tiene similitudes con la reciente erupción del volcán de Islandia ¿Qué daños pueden provocar las erupciones volcánicas?
- 5 Localiza en el globo terrestre Islandia y emite una hipótesis sobre el origen de este volcán.

Día 12: Práctica de simulación 2: los terremotos

Para facilitar al estudiante la comprensión de los fenómenos asociados a los movimientos de las placas (terremotos), se plantea la realización de varias actividades de enseñanza/aprendizaje utilizando una serie de simuladores (4,7)

Objetivos de la clase:

- Hacer que el alumnado forme parte de su propio aprendizaje partiendo de cuestiones cercanas a ellos.
- Aumentar la motivación de los alumnos y alumnas por la unidad
- Comprender el concepto de placa litosférica y valorar la importancia de la interacción entre las placas y sus consecuencias.
- Reconocer, a través del trabajo con los distintos simuladores, que los terremotos son evidencias de la dinámica interna del planeta.
- Analizar datos sobre riesgos sísmicos
- Valorar la importancia del estudio del interior terrestre para la prevención de catástrofes.

Materiales:

Sala de informática (un ordenador por estudiante preferiblemente)

Impresora

Páginas de los simuladores (7):

- Forces of Nature (Terremotos) de National Geographic (actividad opcional):
<http://environment.nationalgeographic.com/environment/natural-disasters/forces-of-nature.html?section=t>
- Terremotos de la US National Science Foundation:
http://www.sciencecourseware.org/eec/Earthquake_es/

Cuadernos de actividades, agenda escolar...

Criterios de evaluación:

- Comprender que los terremotos se pueden medir mediante dos parámetros, el primero es su magnitud o energía liberada en el hipocentro y la otra es la intensidad que evalúa los daños ocasionados.
- Relación de la magnitud con la escala de Richter y la intensidad con la de Mercalli.
- Utilizar el conocimiento acerca de la propagación de las ondas P y S para interpretar diagramas sísmicos.
- Determinar la magnitud y localización de un terremoto a partir del análisis de sismógrafos.
- Realizar simulaciones distintas de terremotos variando la magnitud y el tipo de terreno.

Desarrollo y metodología:

10 min	Recibimiento y saludo. Se comenzará explicando brevemente qué es lo que se va a hacer y recordando el comportamiento que deben tener en el aula de informática.
--------	---

Algún simulador está en inglés por lo que habrá que prestar atención a aquellos alumnos o alumnas que puedan presentar problemas y guiarles en las simulaciones.

40 min

Actividad Terremotos

Para la realización de la actividad se utilizará la actividad Terremotos que forma parte del Proyecto "Virtual Courseware" del US National Science Foundation y California State University System.

Se trata de una actividad basada en la investigación en la que se trabajan conceptos y procedimientos claves sobre cómo se utilizan las ondas sísmicas en un terremoto para localizar su epicentro y determinar su magnitud Richter.

La actividad se divide en dos partes:

- Construir y utilizar un gráfico de tiempo – distancia
- Localizar el epicentro y determinar la magnitud Richter

Estas actividades requieren utilizar mapas, sismogramas, y registrar cuidadosamente las observaciones y las mediciones en un cuaderno incluido en el programa. Al finalizar cada actividad, el estudiante deberá **imprimir** sus resultados y añadirlos a su cuaderno de actividades.

Al terminar la actividad hay unos ejercicios de **evaluación** que el alumno debe realizar, **imprimir** y añadir a su cuaderno de actividades.

Bienvenidos a

Terremotos

Esta actividad ilustra cómo se utilizan las ondas sísmicas para determinar la magnitud de un terremoto y para localizar su epicentro.

Pinchar sobre las imágenes para ampliarlas

Actividades

- Demostración
- Tiempo-Distancia
- Epicentro y Magnitud

Tutoriales

- Intervalo S-P
- Latitud y Longitud

Para los Profesores

- Evaluación

Información

- Créditos
- Requerimientos

In English

- Earthquake

Virtual Courseware para las Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente está apoyado por concesiones de la "U.S. National Science Foundation" y el "California State University System". Todas las opiniones expresadas son de los autores y pueden no corresponder con las de la NSF o de la CSU. Copyright © 2002-6 Virtual Courseware for Earth and Environmental Sciences

Act. opcional

Simulador de Terremotos Forces of Nature (7) (inglés)

Para la realización de la actividad se utilizará el simulador de terremotos que se encuentra en la página web del National Geographic.

El simulador tiene tres opciones, nosotros trabajaremos con la opción de la "Lab", aunque también se muestra "Map" y "Case Studie", en "Map" podemos

visualizar los terremotos ocurridos en EE.UU. con anterioridad a 1900 hasta la actualidad. “Case Studie” nos ofrece seis casos de terremotos en distintas partes del mundo.

La opción de “Lab” nos ofrece siete secciones, seleccionándolas podemos acceder a cada una de ellas. Podemos ver qué es un terremoto, la distribución mundial de los seísmos en relación a las placas tectónicas, las causas que originan los terremotos (como ejemplo encontramos la Falla de San Andrés), los distintos tipos de fallas así como su movimiento... Así mismo se puede visualizar la llegada de las ondas sísmicas a una estación sísmica y cómo quedan registradas en un sismograma mientras se observa la localización del hipocentro y epicentro en un corte transversal. En otra sección es posible percibir el retardo en la llegada de las ondas sísmica a distintas estaciones sísmicas localizadas a diferente distancia del hipocentro. Finalmente la séptima sección, la más interactiva de todas, nos permite simular un terremoto variando el tipo de terreno bajo el edificio y la magnitud, pulsando “start the earthquake” podremos visualizar el movimiento de las ondas y el daño causado en el edificio.

El objetivo de esta actividad es que el alumno pueda observar la distribución sísmica, el movimiento de las placas, los tipos de fallas y pueda modificar el tipo de terreno así como la magnitud para simular un terremoto.

Se responderá en el cuaderno de actividades a las siguientes cuestiones (Actividad 12 que se proyectarán en la pantalla y deberán copiar en el cuaderno)

Actividad 12: Simulador de terremotos Forces of Nature (7)

1 ¿Quién está más a salvo de catástrofes sísmicas, las personas que habitan en medio de una placa o cerca de sus bordes? ¿Por qué?

2 En el icono de localización de un terremoto se puede observar cómo llegan las ondas a la estación. Ordena, según el orden de llegada a la estación estos tipos de ondas: superficiales, P y S.

3 Realiza seis simulaciones distintas de terremotos variando la magnitud y el tipo de terreno y saca tus propias conclusiones.

Simulación nº	Terreno	Magnitud	Conclusión

5.5. Evaluación

Día 13: Prueba escrita

Objetivos de la clase:

Valorar los conocimientos y competencias adquiridas por el alumno durante el desarrollo de la unidad.

Desarrollo y metodología:

5 min Recibimiento y saludo. Se recogerá:

- Cuaderno de actividades
- Actividad 8: Diseño de un modelo experimental
- Actividad de profundización

Se explica brevemente en qué consiste la prueba leyendo en voz alta las preguntas y solucionando las dudas que puedan surgir.

45 min Prueba escrita final (ANEXO XV)

6. EVALUACIÓN

La evaluación se realiza de la siguiente manera:

- El 60% viene de los resultados de las pruebas escritas (prueba final), donde se realizarán preguntas relacionadas con los contenidos teóricos explicados en clase, las actividades realizadas, las actividades en los simuladores...
- El 30% de la nota de evaluación corresponde a la valoración de los cuadernos de actividades y tareas del alumno (actividades corregidas, actividades para entregar prácticas con simuladores...)
- El 10% corresponde a la actitud observada en clase y laboratorio y a la valoración del trabajo y estudio diario personal. Para ello se va tomando nota todos los días de la participación en clase, de su actitud en el aula y laboratorio y en si realiza o no las tareas.

7. CONCLUSIONES

Desde mi punto de vista, esta propuesta resulta muy apropiada para trabajar la Tectónica de placas y sus manifestaciones en 4ª de E.S.O.

El método a través del cual se desarrolla este trabajo permite a los alumnos y alumnas partir de su propia experiencia o conocimientos para llegar al aprendizaje. La secuencia de actividades desarrollada permite al alumnado ir adquiriendo los conocimientos, de un tema relativamente complejo, de una forma lógica y ordenada. De esta manera los alumnos y alumnas pueden ir incluyendo progresivamente nuevos conceptos a sus esquemas propios. Además el uso de modelos explicativos y simuladores permiten que el alumno muestre interés por la unidad y participe de forma activa.

No obstante, el trabajo presentado es sólo un primer paso y debe considerarse como el comienzo de un proceso cíclico de enseñanza que debe ser continuamente analizado y optimizado.



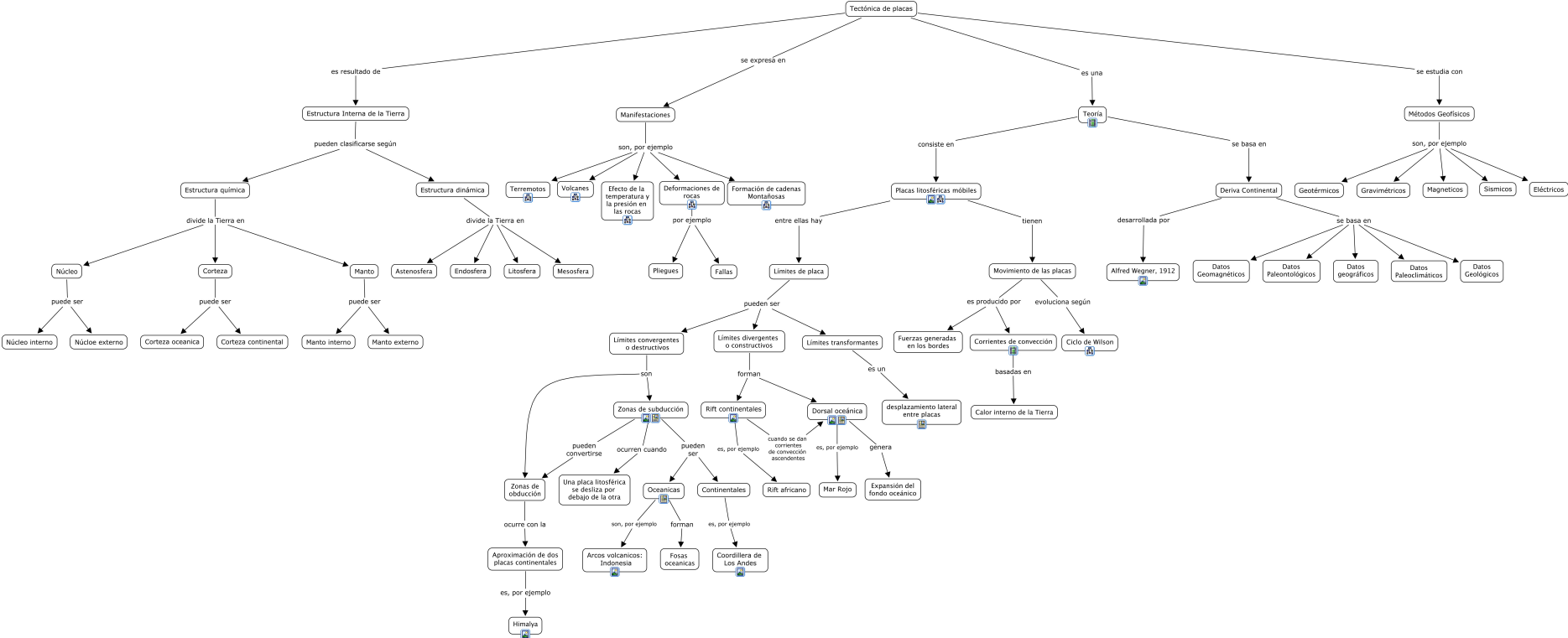
En el diagrama superior, la propuesta planteada sería el primer paso de planificación, por lo que los siguientes pasos serían implantar en el aula la propuesta, evaluar cómo ha resultado dicha implantación (para ello es importante conocer también la opinión del alumnado) y analizar que podríamos mejorar de cara al próximo curso. En el curso siguiente se volvería a comenzar el ciclo adaptándolo progresivamente a nuevas herramientas, técnicas, sociedades, alumnado...

8. BIBLIOGRAFÍA

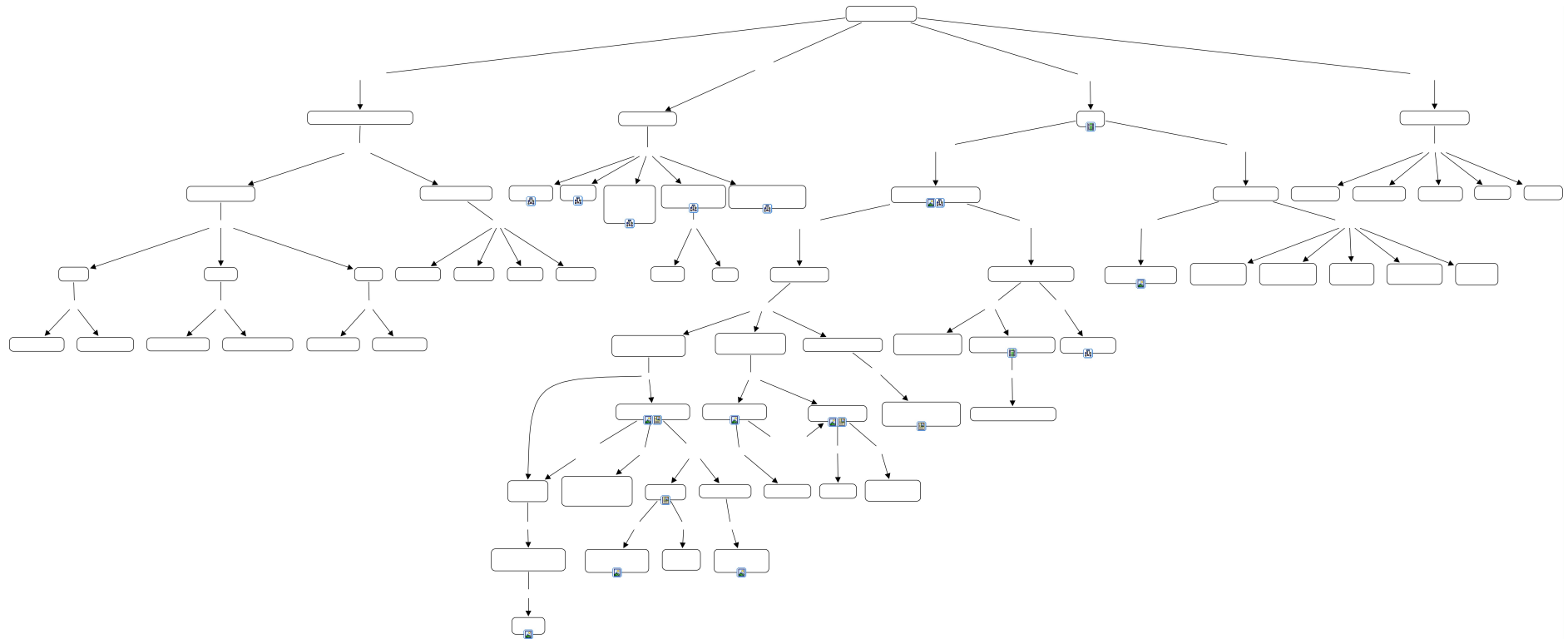
1. Álvarez, A.; de Vega, P.; López, M. M.; Tizón, M.C.; Castedo, A. (1998). El concepto de placa litosférica: propuesta de secuencia de actividades para la enseñanza-aprendizaje de la tectónica de placas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6. 2., 154-159.
2. Atwater, Tanya, 2001, Chapter 15: When the Plate Tectonic Revolution Met Western North America, pages 243-263 in *Plate Tectonics, An Insider's History of the Modern Theory of the Earth*, Naomi Oreskes, ed., Westview Press, 424 pages
3. Atwater, Tanya; Anderson, C. (1995). Instructions for building a transform fault demonstration box.
http://emvc.geol.ucsb.edu/3_downloads/M1GTect/iTFModels/TFBox.zip
4. Barreiras, S. (2006). Tectónica experimental: actividades de simulación. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 14.1, 82-84.
5. Braile, L.W. (2000). Teaching About Plate Tectonics and Faulting Using Foam Models. Purdue University. (<http://web.ics.purdue.edu/~braile>).
6. Brusi, D.; Alfaro, P.; González, M. (2008). Los riesgos geológicos en los medios de comunicación: el tratamiento informativo de las catástrofes naturales como recurso didáctico. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16. 2., 154-166.
7. Carrasco, R. (2010). MONOGRÁFICO: Actividades para la enseñanza-aprendizaje de los fenómenos asociados a la Tectónica de placas. Observatorio Tecnológico, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
8. DECRETO FORAL 25/2007, de 19 de marzo, por el que se establece el currículo de las enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Foral de Navarra.
9. Departamento de Ciencias Naturales, IES Vicente Medina (Murcia). Programación 4ºESO Biología y Geología.
10. Departamento de Educación, Cultura y Deporte, Gobierno de Aragón. Biología y Geología 4, Educación Secundaria para personas adultas, 33-50.
11. Dirección general de cultura y educación, Gobierno de la provincia de Buenos Aires. Ciencias Naturales, La Tierra tiene su historia; Secuencia de Enseñanza para 5to y 6to año, Material para el docente y el alumno.
12. Examen Tectónica de placas, I.E.S. Suel, Departamento de Ciencias Naturales, Junta de Andalucía.
13. González, F. M^a. e Iraizoz, N. (2001). Los mapas conceptuales y el aprendizaje significativo. *Alambique*, 28, 39-51.

14. Jerome, B.; Jerome, S. (2003). Plate Tectonics, Teacher's Guide Middle School. Visual Learning Company 1-800-453-8481.
15. Kious, W.J. This dynamic Earth: The story of plate tectonics. U.S. Geological Survey's (USGS)
16. Kirkby, Kent. University of Minnesota (2008). Earth Science Misconceptions, Teaching Introductory Geoscience Courses in the 21st Century.
17. Liesa C. L., (1997). El uso de modelos experimentales en la enseñanza de geología estructural. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 5.3, 226-234.
18. Plate tectonics, Teacher Guide. *Math/Science Nucleus*© 2001.
19. Pontes, A. (2005). Aplicaciones de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la educación científica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2. 1., 2-18.
20. Proyecto biosfera, Ministerio de educación, cultura y deporte e INTEF. (<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/MedioNatural11/index.htm>)
21. Sequeiros, L. (1995). Tectónica de placas y evolución biológica: construcción de un paradigma e implicaciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3.1, 14-22.
22. U.S. Geological Survey's (USGS). Wegener's Puzzling Continental Drift Evidence. <http://volcanoes.usgs.gov/about/edu/dynamicplanet/wegener>
23. White, K.; Wallace, R.; Degg, A. (2004). Plate Tectonics: "Tectonically Speaking". *Science Education* 491

ANEXO I: Mapa conceptual general



ANEXO II: Mapa conceptual general en blanco (para los alumnos y alumnas)

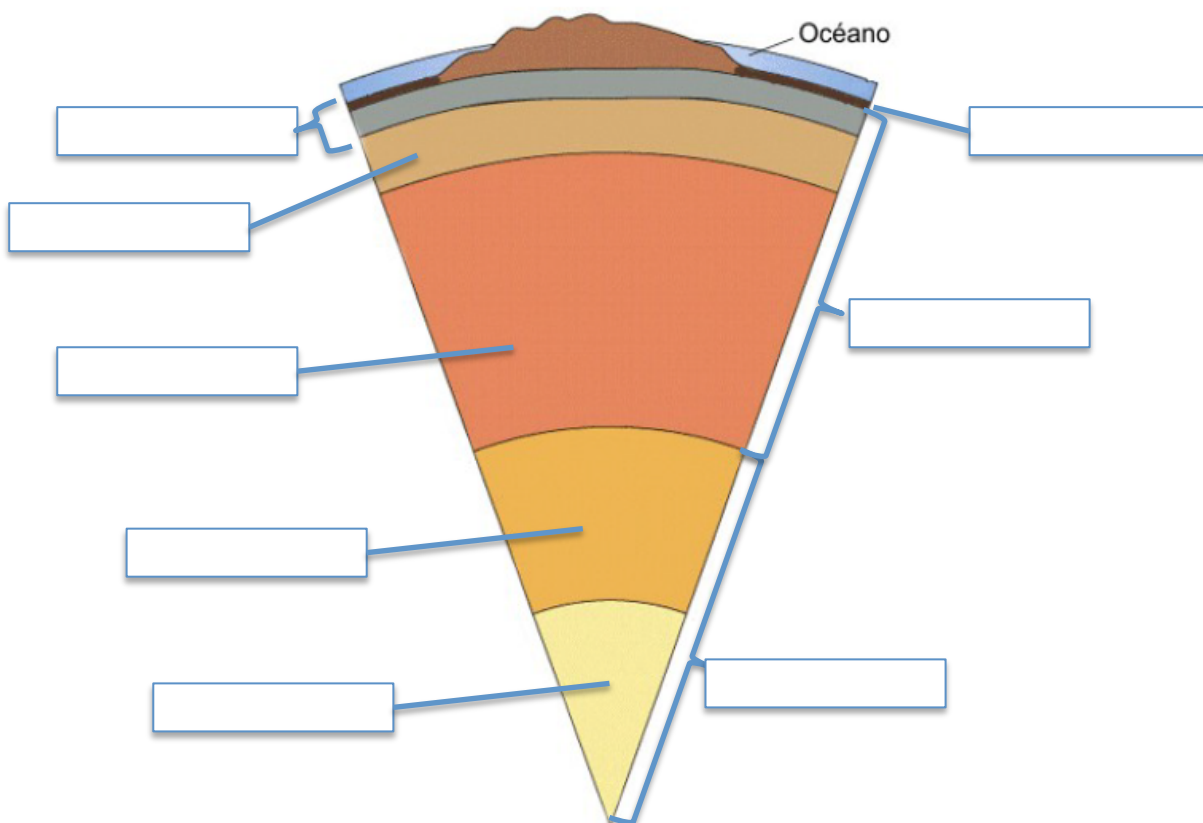


ANEXO III: CUESTIONARIO INICIAL: TECTÓNICA DE PLACAS Y SUS MANIFESTACIONES

1. Indica que tipos métodos se puede utilizar para estudiar cómo es el interior de la Tierra.

2. Indica si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones.
 - a. La mayoría de los geólogos creen que los continentes han estado siempre tal y como los conocemos hoy en día.
 - b. Los continentes de África y América se están aproximando uno a otro
 - c. El tamaño de la tierra está gradualmente aumentando debido a la salida de magma del interior de la misma.
 - d. Los continentes flotan sobre magma fundido que está justo debajo de la superficie de la Tierra

3. Podías identificar alguna de las partes del siguiente esquema:

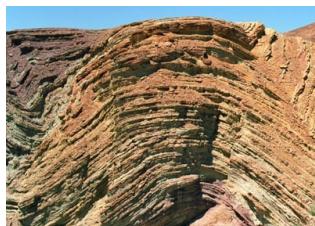


4. Identifica que se representa en la siguiente imagen:



- a. Fallas
- b. Pliegues
- c. Diaclasas
- d. Rift

5. Identifica que se representa en la siguiente imagen:



- a. Fallas
- b. Pliegues
- c. Diaclasas
- d. Rift

6. Contesta a las siguientes preguntas:

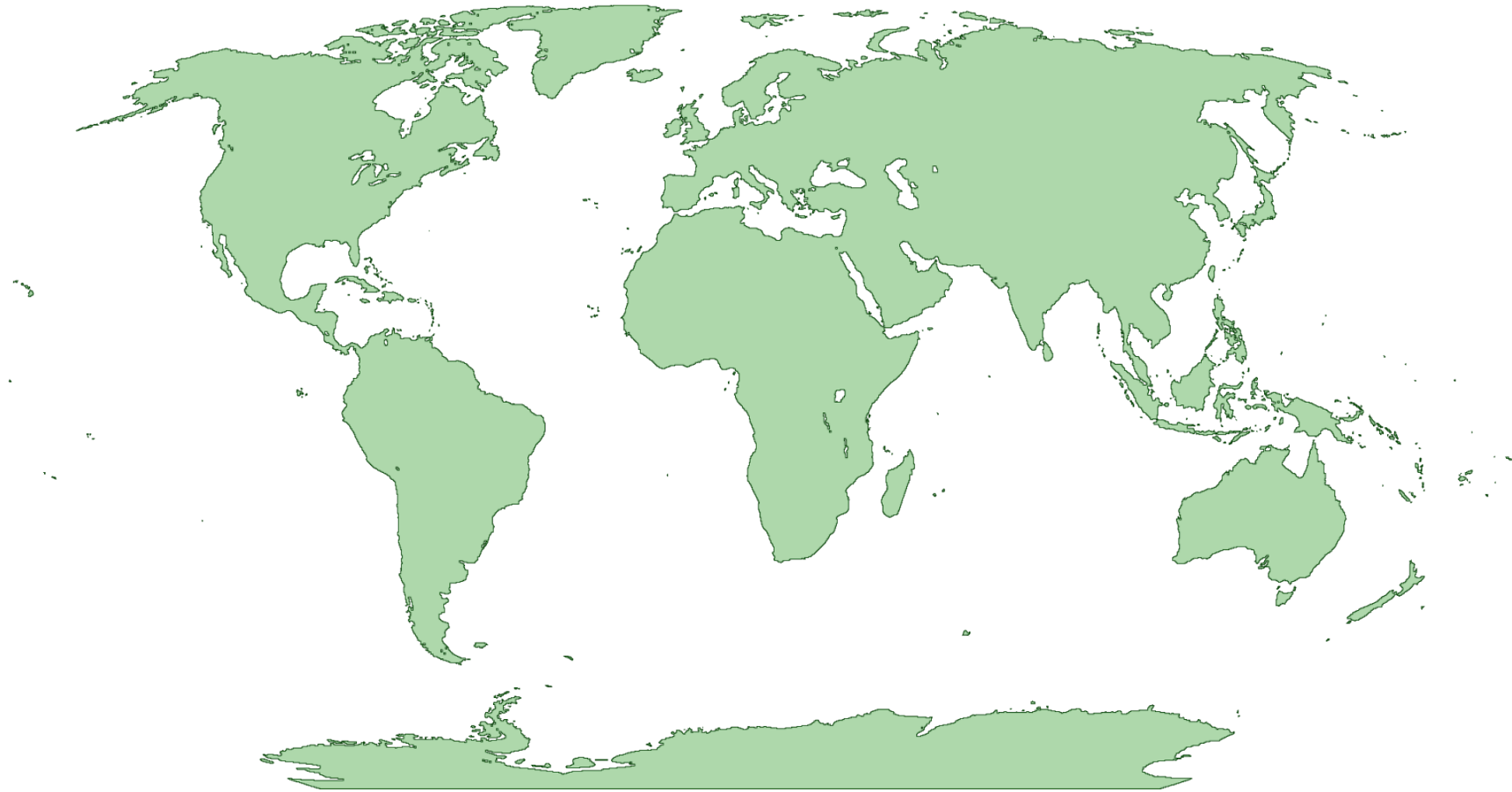
- a. ¿Has sentido alguna vez actividad sísmica? ¿qué sentiste?
- b. ¿Por qué la intensidad de volcanes y terremotos en ciertas partes del mundo es mayor que en otras?
- c. ¿De donde procede el material que sale por un volcán en erupción?
- d. ¿Sabes cómo se forman las grandes cadenas montañosas como el Himalaya o los Andes?

7. Imagina que acabas de volver de un emocionante viaje al centro de la Tierra. Describe brevemente, lo más científicamente posible, lo que has observado en tu viaje a las profundidades del planeta. Incluye información que sobre las temperaturas a las que has estado expuesto o expuesta (calor, frío, cambios de temperatura...), sobre los materiales por los que has pasado, su estado físico...

Fuentes:

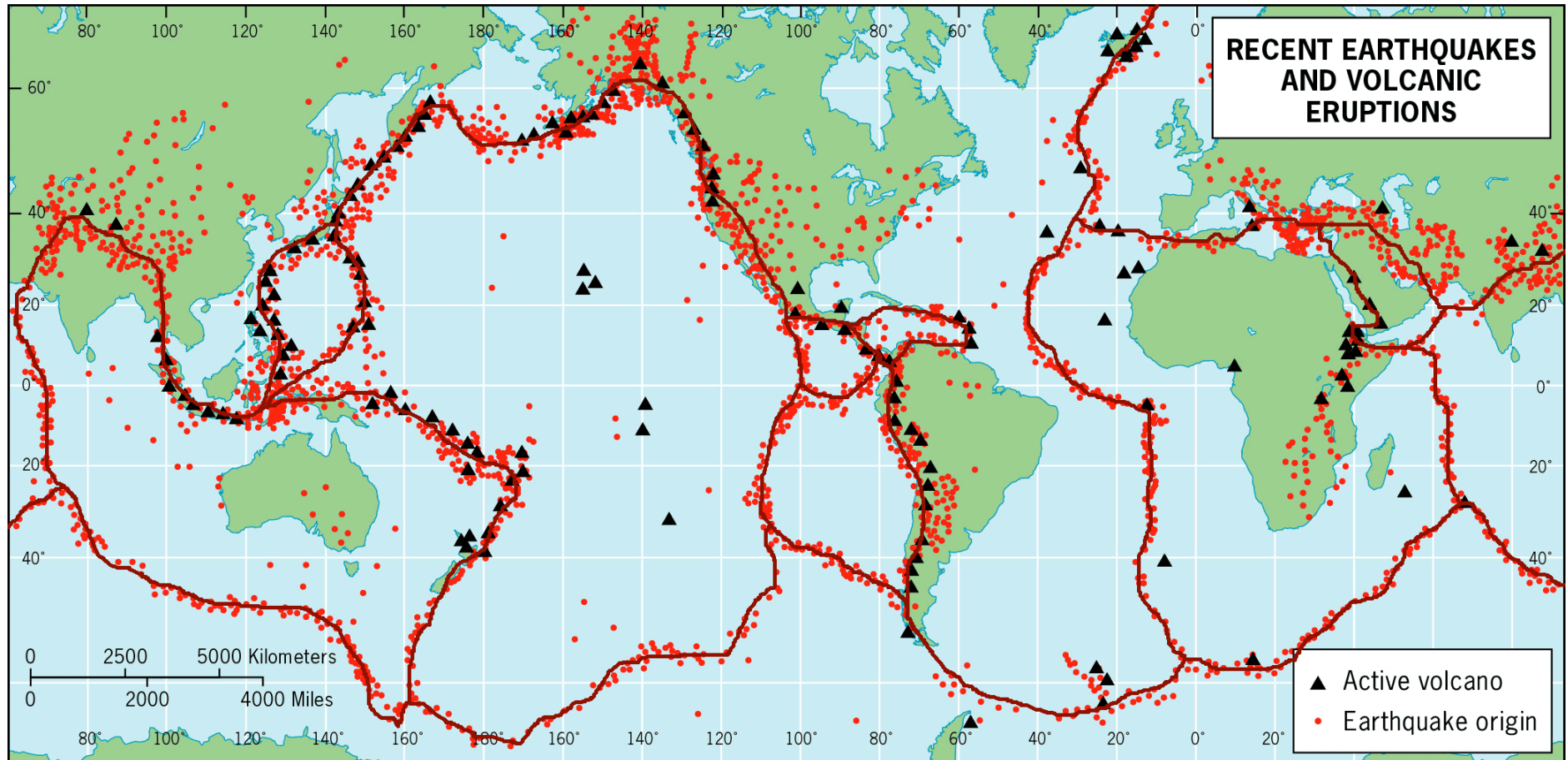
- Examen Tectónica de placas, I.E.S. Suel – Departamento de Ciencias Naturales, Junta de Andalucía
- Departamento de Educación, Cultura y Deporte, Gobierno de Aragón. Biología y Geología 4, Educación Secundaria para personas adultas, 33-50.
- White, K.; Wallace, R.; Degg, A. (2004). Plate Tectonics: "Tectonically Speaking". *Science Education* 491

ANEXO IV: Mapamundi en blanco (Actividad 3)



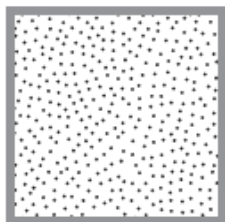
Fuente: © 2009 www.free-world-maps.com

ANEXO V: Mapamundi completo (Actividad 3)



Fuente: Map of recent earthquakes and volcanic eruptions of the world, Planetolog. <http://planetolog.com/map-world-detail.php?type=TEC&id=1>

ANEXO VI: Clave de las evidencias paleontológicas utilizadas por Wegener (Actividad 4)



Los continentes están rodeados por plataforma continental (zona punteada) que se extiende hacia el interior del océano hasta que hay un gran cambio de pendiente



Hace alrededor de 300 millones de años, una única comunidad de plantas habían evolucionado conociéndose como flora Europea. Fósiles de estas plantas fueron encontrados en Europa y otras zonas. Colorea estas áreas de amarillo.



Fósiles del helecho *Glossopteris* han sido encontrados en estas localizaciones. Coloréalas de verde.



Restos de fósiles de reptiles *Mesosaurus* han sido encontrados a medio metro de profundidad tanto en agua dulce como salada. *Mesosaurus* tuvo su florecimiento en el Mesozoico temprano, hace unos 240 millones de años. Tenía aletas para nadar, pero también podía caminar por tierra. Otros fósiles de *Mesosaurus* encontrados en rocas indican que vivían en lagos y costas de bahías o estuarios. Colorea sus zonas de azul.

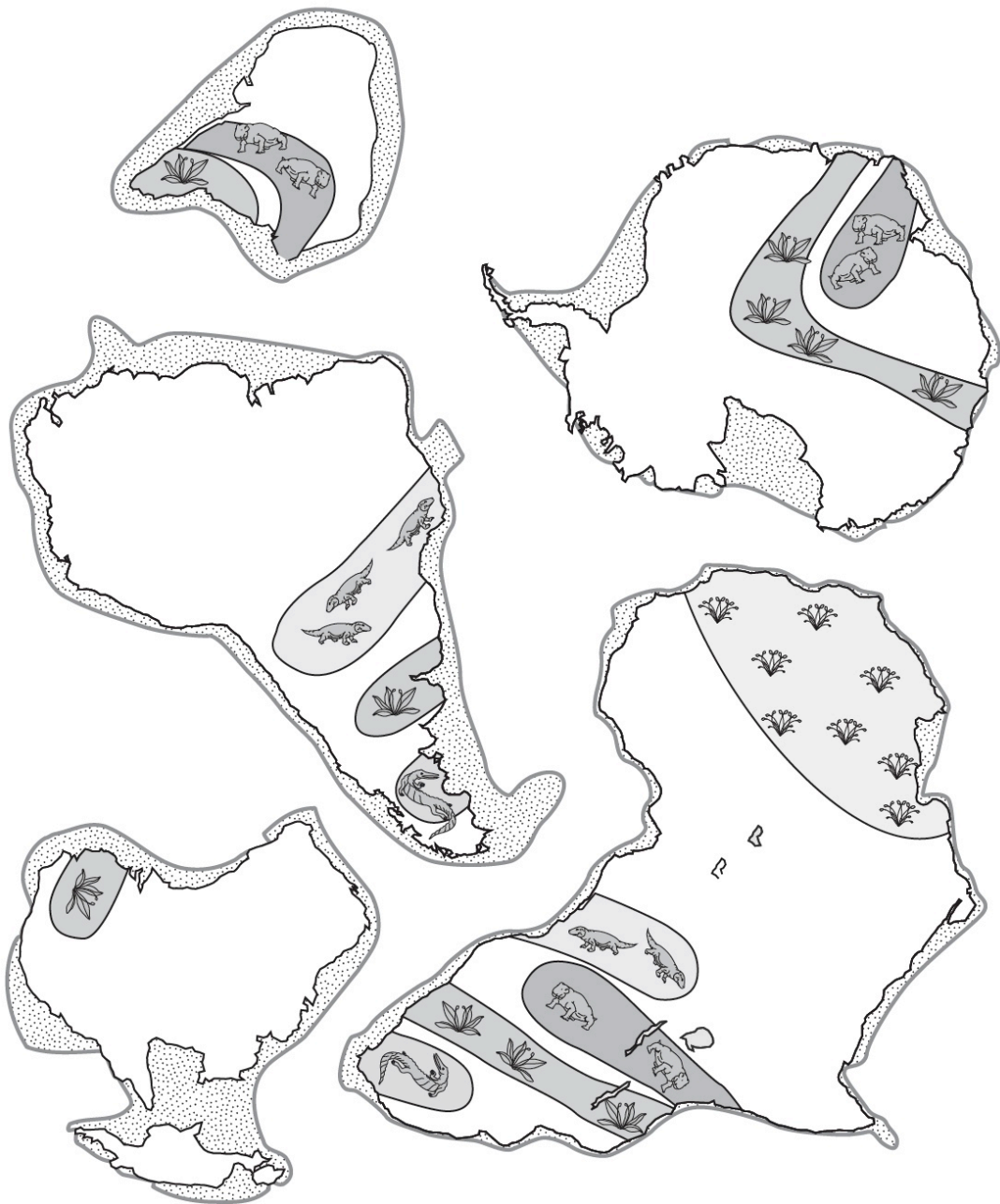


Restos de fósiles de *Cynognathus*, un reptil terrestre de aproximadamente tres metros de longitud que vivió durante la Era Mesozoica temprana, hace alrededor de 230 millones de años. No eran muy buenos nadadores. Colorea las áreas con estos fósiles de naranja.



Fósiles del Mesozoico temprano de un reptil terrestre, el *Lystrosaurus*. Se reproducían poniendo huevos en la tierra. Además, por su anatomía parece que eran malos nadadores. Colorea las áreas con estos fósiles de marrón.

ANEXO VII: Piezas del puzle (Actividad 4)



Fuente: U.S. Geological Survey's (USGS). Wegener's Puzzling Continental Drift Evidence.
<http://volcanoes.usgs.gov/about/edu/dynamicplanet/wegener>

ANEXO VIII: Resolución del puzle (Actividad 4)



Fuente: U.S. Geological Survey's (USGS). Wegener's Puzzling Continental Drift Evidence. <http://volcanoes.usgs.gov/about/edu/dynamicplanet/wegener>

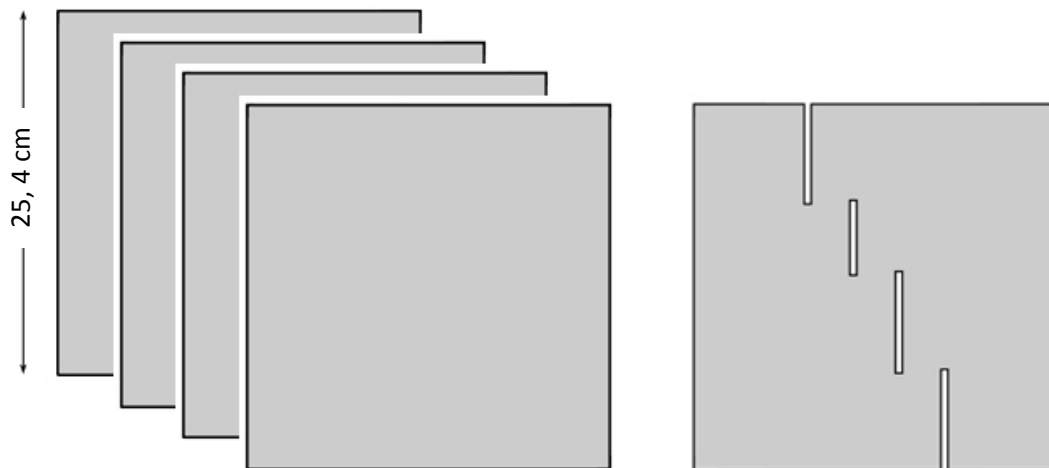
ANEXO IX: Modelo explicativo: La expansión del fondo oceánico.

Materiales:

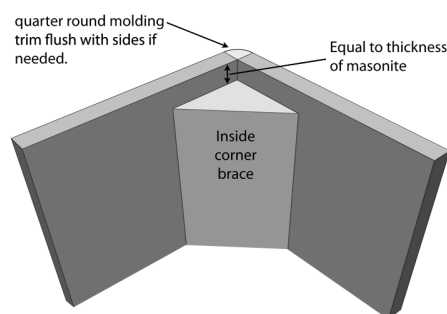
- Tela: Tela fuerte azul clara 25,4 x 90 cm.
- Contrachapado para la superficie: una pieza de 25,4 x 25,4 cm de 1 – 1,5 cm de grosor.
- Aglomerado: 50 mm de grosor, seis cuadros de 25,4 x 25,4 cm
- Bloques de madera triangulares: cuatro piezas de 24 cm de largo para pegar las esquinas y cuatro piezas cortas (3 cm) para soporte de la tapa superior.
- Pesos
- Pegamento, pintura, tornillos...

La caja:

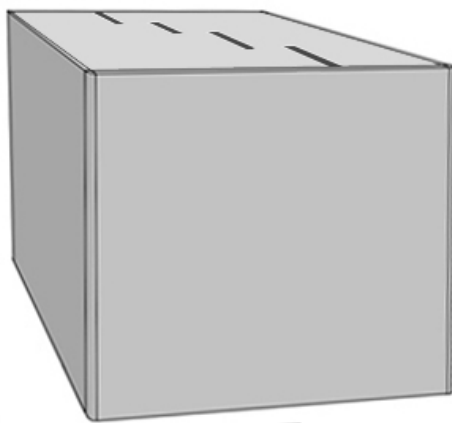
Coger 5 cuadros de aglomerado, 4 para los lados y uno para la parte superior.
Cortar cuatro ranuras de unos 50 mm en la parte superior siguiendo el patrón.



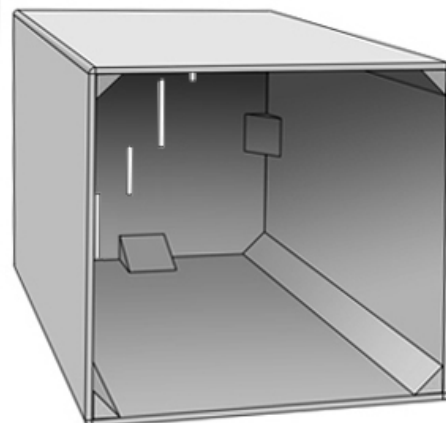
Pegar (y atornillar si se quiere) los lados de la caja utilizando las piezas triangulares largas. Alinear las piezas triangulares de forma que la anchura que quede hasta arriba sea igual a la anchura del aglomerado de la parte superior (el de las ranuras)
Pegar las cuatro piezas de madera cortas en las zonas de en medio, alineadas con las esquinas. Encajar y pegar el aglomerado superior en los soportes y esquinas.
Cubrir las esquinas exteriores con molduras redondeadas si se tienen.



Vista desde la parte superior antes de poner el aglomerado con las ranuras.



Completed Box: side view

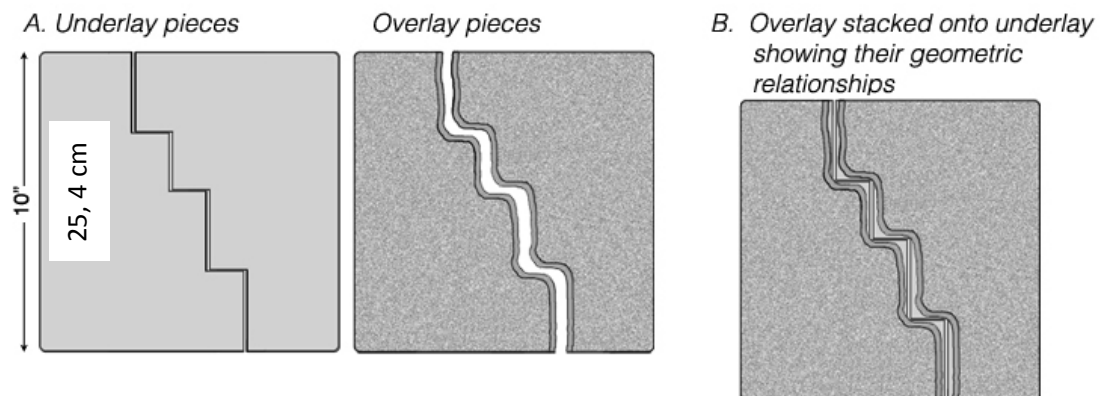


bottom view

Preparar la superficie y las capas internas.

Seguir los patrones cuidadosamente, cortar el aglomerado que queda (A) y la superficie de contrachapado (B).

(La superficie representa los bordes de los continentes y plataformas continentales separándose.)

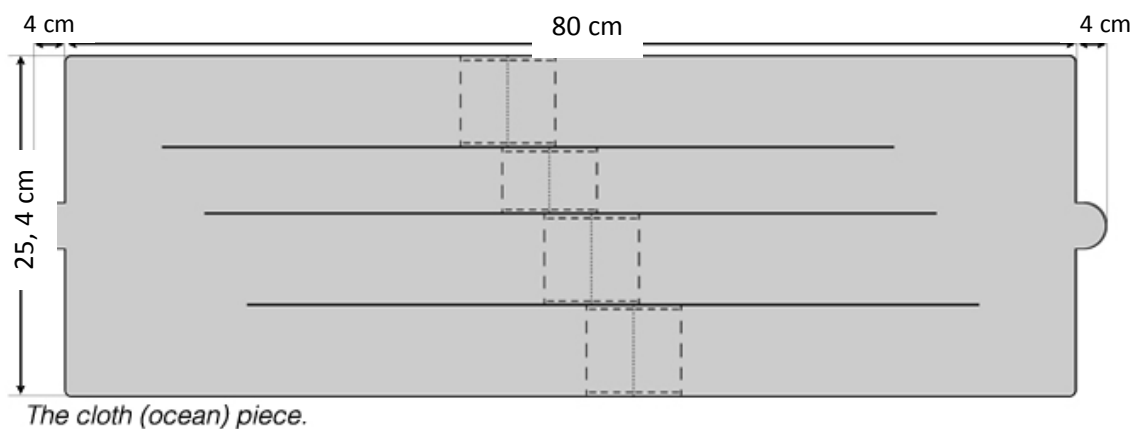


(La forma de la línea de rotura de los continentes sigue aproximadamente el patrón en escalera of de los ejes de expansión oceánica y fallas transformantes.)

Pintar, barnizar y decorar la caja y superficie como se quiera.

Preparar la tela:

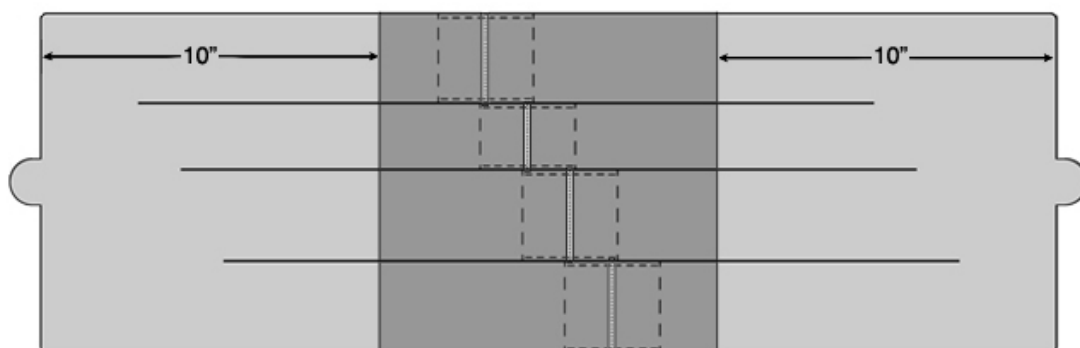
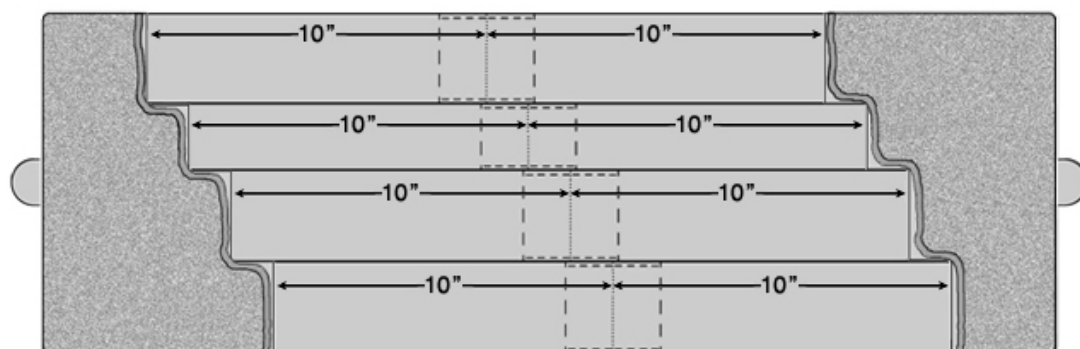
Dibujar con cuidado unas líneas en la tela siguiendo el patrón. Cortar por las líneas dibujadas y marcar con líneas discontinuas las zonas centrales donde se colocaran las pesas.



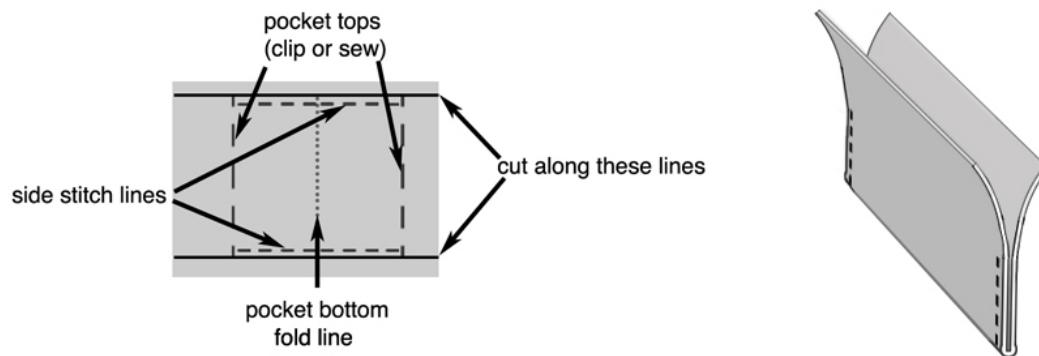
Las siguientes imágenes muestran la relación entre la tela, la superficie, la pieza de aglomerado de en medio y las ranuras de la parte superior de la caja.

Todas deben coincidir para que el modelo funcione. Si se cambia algún patrón se deben cambiar todas las partes.

(Nota: 10" = 25,4 cm)

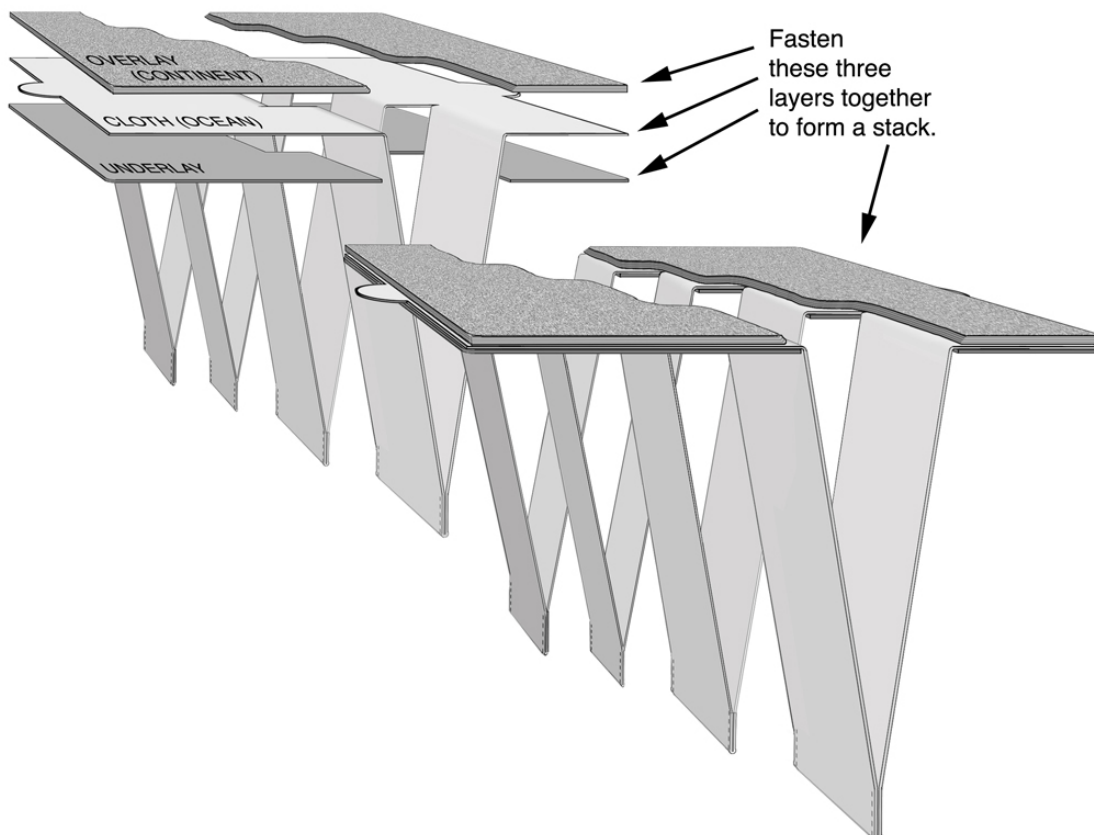


Para cada una de las cuatro tiras, realiza el doble central formando un bolsillo donde colocar los pesos (según el dibujo), pero no coloques los pesos aún.

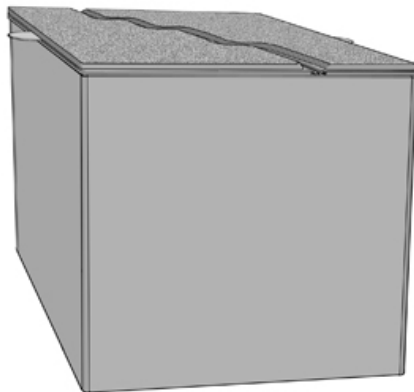


Realizar el montaje

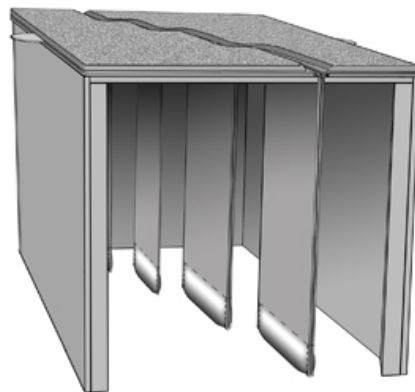
En cada extremo de la tela realizar y pegar el sándwich: aglomerado de en medio (abajo); extremos de la tela (en mitad); superficie (arriba).



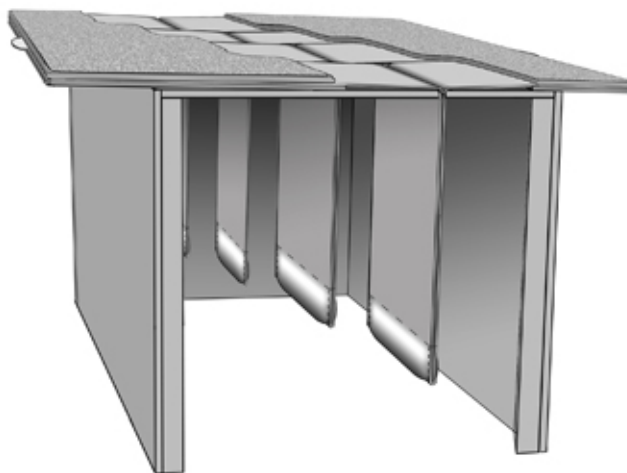
Introduce los bolsillos por las ranuras de la parte superior de la caja, después coloca los pesos en los bolsillos por la parte de debajo de la caja que quedaba abierta.



Finished model



*Finished model with
front left off for viewing*



ANEXO X: Ficha de trabajo 1: La lámpara de lava

Completa las siguientes preguntas:

1. A primera impresión, ¿qué crees que está ocurriendo?
2. ¿en qué estado y a qué temperatura están las burbujas? ¿cómo lo sabes? Pon dos ejemplos del mundo real de lo que representan las burbujas.
3. Describe con tus propias palabras el proceso que ocurre en la lámpara de lava. Escribe tu respuesta relacionando los elementos de la lámpara con elementos reales de la tectónica de placas.

ANEXO XI: Procedimiento para el desarrollo del modelo de corrientes de convección

Objetivo: analizar mediante un experimento sencillo cómo se produce el movimiento convectivo de un fluido para relacionarlo con el movimiento de los materiales por debajo de la corteza terrestre.

Materiales:

- Vaso de precipitados o recipiente transparente que se pueda exponer al calor (por ejemplo una jarra para calentar),
- Trípode,
- Mechero,
- Tela de amianto,
- Virutas de aluminio, té, brillantina
- Agua
-

Pasos a seguir para el armado del dispositivo:

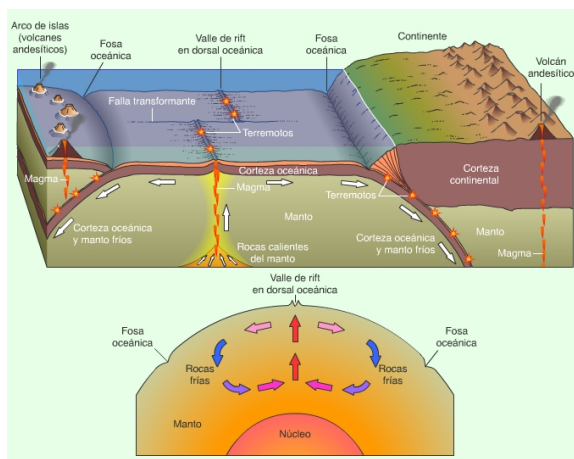
1. En un vaso de precipitados de 500ml (o la jarra) verter agua fría hasta las tres cuartas partes y agregar las virutas el té o la brillantina.
2. Dejar reposar hasta que decanten las fibras la polenta o la brillantina.
3. Comenzar luego a calentar a llama del mechero lentamente y observar el movimiento que comienzan a adquirir las fibras de té o brillantina.

Nota para el docente:

En este experimento se espera observar el movimiento de las partículas (virutas de aluminio, fibras de té o brillantina) que inicialmente se encuentran en el fondo del recipiente. Se puede ver que las partículas ascienden, bajan y que luego vuelven a subir. A partir de un minuto el movimiento se va deteniendo. Esto se produce porque en el fluido (agua) se generan corrientes de convección a causa de la fuente de calor en la parte inferior del recipiente: el fluido más caliente sube y desplaza al más frío, que a su vez tiende a bajar, generando una circulación vertical que arrastra a las partículas. El movimiento del agua no es observable a simple vista, pero sí lo es el movimiento de las partículas que son arrastradas por ella. La razón por la cual el movimiento se va deteniendo es porque finalmente todo el líquido está igual de caliente. Una manera de observar esto es colocando un cubito de hielo en la parte superior, en contacto con el agua. Así el agua se volverá a enfriar y se reanudarán las corrientes de convección.

ANEXO XII: Ficha de trabajo 2: Las corrientes de convección

1. Mientras se está calentando el agua, predice que crees que va a ocurrir cuando el agua comience a calentarse. ¿Qué piensas que le va a pasar al material que está dentro del agua? Razona tu respuesta
2. Dibuja un diagrama o esquema que represente lo que está ocurriendo en el interior del vaso de precipitado y el comportamiento del material del interior.
3. Observa el esquema visto en clase acerca de lo que ocurre bajo la superficie de la Tierra en las dorsales oceánicas.



¿Qué evidencias puedes encontrar en el experimento realizado que pueden ser similares a lo que ves en el esquema? ¿Qué parte de la Tierra representa cada componente del dispositivo?

4. Tras la realización del experimento, ¿qué puedes concluir acerca de lo que realmente ocurre en las capas internas de la Tierra?

Fuente:

- White, K.; Wallace, R.; Degg, A. (2004). Plate Tectonics: “Tectonically Speaking”. *Science Education* 491
- Proyecto biosfera, Ministerio de educación, cultura y deporte e INTEF.
<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/MedioNatural11/contenido3.htm>

ANEXO XIII: Modelo explicativo: Fallas y pliegues.

Fallas

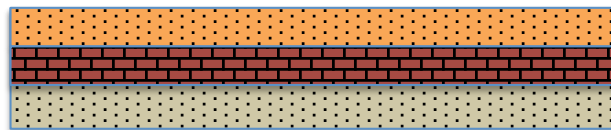
Material:

- Bloques de madera de 10 x 15 x 50 cm.
- Dos bloques de madera de 10 x 15 x 30 (fallas transformantes)
- Pinturas o rotuladores permanentes de varios colores
- Cartulina blanca
- Pegamento para madera o cola
- Regla

Procedimiento:

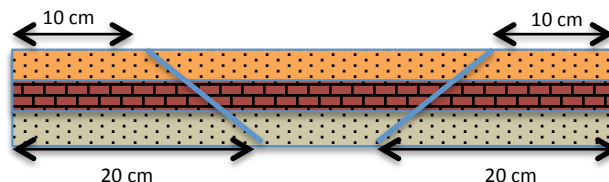
Para fallas normales e inversas

Recortar la cartulina con las dimensiones de las caras del bloque completo y dibujarle y pintarle varias bandas que asemejen diferentes capas de sustrato:



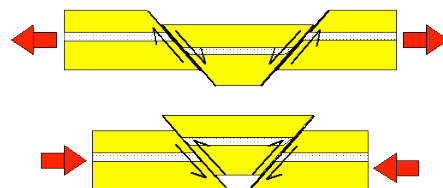
Pegar la cartulina a las caras del bloque.

Realizar dos cortes en el bloque de madera de acuerdo a la figura de abajo, de forma que por un lado el corte quede a 10 cm del extremo del bloque, y por el lado contrario a 20 cm.

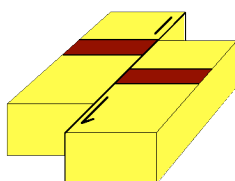


Lijar bien el interior de los bloques para que los bloques deslicen adecuadamente.

Este modelo se puede utilizar para representar fallas directas (primera imagen) o inversas (segunda imagen) según realicemos movimientos de extensión o compresión:



Para fallas transformantes



El procedimiento es el mismo, pero realizando el dibujo que se va a separar en la parte superior, de forma que pueda observarse la falla.

Pliegues

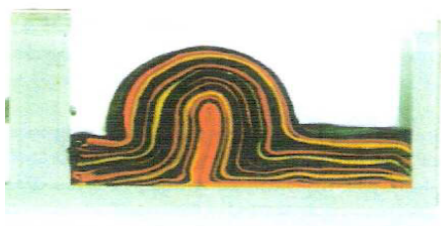
Materiales:

- Plastilina (o láminas de goma espuma flexible) de varios colores.
- 2 bloques de madera de 2 cm de ancho por lo menos y de a partir de 10 x 10 cm.

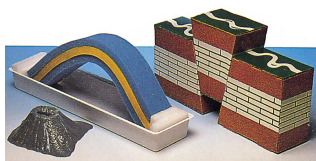
Procedimiento:

1. Colocar tres o cuatro tiras de plastilina (o goma espuma flexible) de diferentes colores, una encima de la otra, simulando estratos terrestres.
2. Colocar a ambos lados de las tiras uno de los bloques de madera.
3. Empujar desde ambos extremos simultáneamente, los bloques de madera sobre las tiras de plastilina.
4. Observar qué sucede si se aplica la misma fuerza desde ambos bloques de madera y qué sucede si se aplica más fuerza desde uno de los bloques.

En el presente modelo se pueden simular diferentes tipos y estructuras de pliegues, al ir variando la fuerza con la que se acercan las placas continentales (la fuerza que hacen los bloques de madera sobre la plastilina). Cuanto más se empuja, más se comprimen los pliegues y la estructura resulta cada vez más compleja y elevada; pudiéndose formar una elevación en la superficie terrestre (montaña).



Nota: también existen modelos comerciales, por ejemplo:



[http://www.edumad.it/es/index.php?page=shop.product_details
&flypage=flypage_default.tpl&product_id=545&category_id=117
&option=com_virtuemart&Itemid=4](http://www.edumad.it/es/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage_default.tpl&product_id=545&category_id=117&option=com_virtuemart&Itemid=4)

Fuentes:

- Braille, L.W. (2000). Teaching About Plate Tectonics and Faulting Using Foam Models. Purdue University. (<http://web.ics.purdue.edu/~braille>).
- Dirección general de cultura y educación, Gobierno de la provincia de Buenos Aires. Ciencias Naturales, La Tierra tiene su historia; Secuencia de Enseñanza para 5to y 6to año, Material para el docente y el alumno.
- M.A.D. IBERICA Aparatos Científicos. http://www.edumad.it/es/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage_default.tpl&product_id=545&category_id=117&option=com_virtuemart&Itemid=4&vmchk=1&Itemid=4

ANEXO XIV: Actividad de profundización

Leer el texto y responder a las preguntas del final. Añadir la actividad completa al cuaderno de actividades.

Células de convección

La convección es el movimiento en un fluido provocado por un calentamiento en la parte inferior y un enfriamiento superior. Las virutas de aluminio (o té o brillantina) de tu experimento han estado en convección. Cuando un fluido es calentado, se expande ligeramente. Esto hace que su densidad disminuya y por tanto ascienda. Cuando el fluido caliente alcanza zonas frías, se contrae y aumenta su densidad de nuevo. Entonces desciende hacia donde fue calentado inicialmente. Esta circulación observada en tu experimento se denomina célula de convección.

Convección en el manto terrestre

Los científicos están seguros de que en el manto sólido hay fenómenos de convección por la forma que las ondas sísmicas y otras ondas viajan a través de las capas de la Tierra. Se cree que la convección en el manto se da como células de convección gigantes, pero ¿cómo es posible si el manto es sólido?. Muchos materiales pueden actuar como sólidos en escalas temporales pequeñas y como fluidos a larga escala. El cristal es un buen ejemplo de ello. Sabes que el cristal se rompe con facilidad, pero si dejas un cristal suspendido un largo periodo de tiempo sin sujetar por el medio, el cristal comienza a hundirse por el medio. El manto terrestre se comporta de la misma forma. La velocidad del flujo del manto es de sólo unos centímetros al año, pero esto es muy importante en escalas temporales geológicas (millones de años).

La litosfera y la astenosfera

La parte más externa de la tierra, que llega hasta 100-200 km de profundidad en muchos lugares, está más fría que las partes más profundas. Debido a que esta capa está relativamente más fría, se trata de una capa rígida y que no toma parte en la convección del manto. A esta capa se le denomina litosfera ("roca esfera"). La litosfera está compuesta por la corteza y la parte más externa del manto. Debajo de la litosfera hay una zona donde las rocas del manto están a la suficiente temperatura y presión para deformarse y cambiar de forma. Esta zona justo por debajo de la litosfera se llama astenosfera. La litosfera consiste en varias piezas, cada una en diferentes partes del mundo. Estas piezas asentadas sobre la astenosfera, son las placas litosféricas.

Dorsales oceánicas

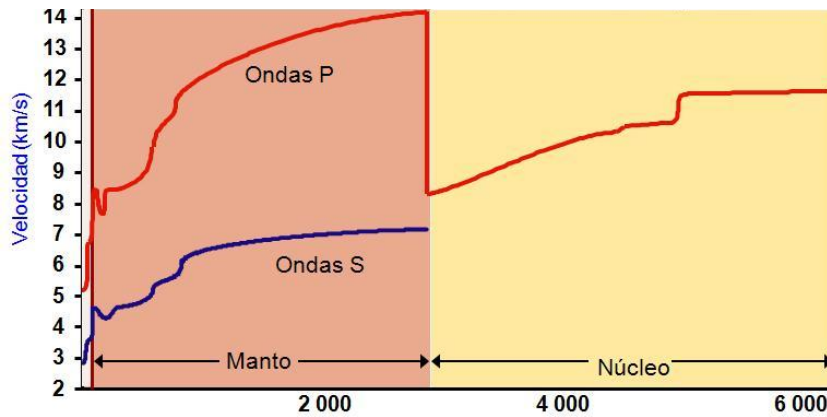
Todos los océanos de la Tierra tienen largas cadenas montañosas llamadas dorsales oceánicas. Estas dorsales superan los 80.000 km de largo en total. Están localizadas sobre corrientes ascendentes de las células de convección del manto. Puedes pensar que las dorsales se forman por el empuje del material del manto que asciende, pero esta no es la verdadera razón. Las dorsales se elevan porque son calentadas por el material que asciende del manto a altas temperaturas. Igual que muchos materiales, las rocas se expanden cuando son calentadas. Cuando rocas calientes del manto ascienden hacia la dorsal, algunas de ellas se funden formando magma. El magma es menos denso que el resto de las rocas de alrededor y sube formando volcanes a lo largo de la dorsal. La razón por la que se funde es que, aunque al ascender la temperatura que tienen suele ser parecida, la presión sobre las rocas disminuye porque hay menos peso sobre ellas. Es sabido que la temperatura de fusión disminuye en la mayoría de las rocas cuando disminuye la presión. Esto es por lo que algunas rocas que ascienden del manto forman magma.

Cuando el magma alcanza la superficie de la dorsal, solidifica y forma rocas basálticas. Este es el proceso por el que se forma nueva corteza litosférica. Tan pronto como la nueva corteza es formada, se va alejando de la cresta de la dorsal. Este movimiento es en parte debido a la fuerza del manto moviéndose por debajo. Pero también, por la pendiente descendente de la dorsal. Este alejamiento de la nueva corteza hacia ambas direcciones desde el eje de la dorsal es la expansión del fondo oceánico.

1. ¿Cuales son las condiciones que causan la formación de células de convección en fluidos?
2. ¿Cómo puede haber convección en el manto si es un sólido?
3. ¿Cuál es la velocidad de convección típica del manto?
4. ¿Por qué hay actividad volcánica a lo largo de las dorsales oceánicas?
5. ¿Qué tipo de fuerzas residen detrás de la expansión del fondo oceánico?

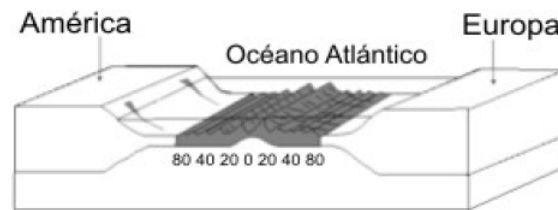
ANEXO XV: Prueba final

1. Observa la siguiente gráfica y contesta a las preguntas:



- a. ¿Qué tres importantes discontinuidades sísmicas aparecen en la gráfica?
- b. ¿Cómo se explica la desaparición de las ondas S a los 2900 km de profundidad y a qué conclusión puede llegarse con ello?
2. Realiza un esquema del interior de la Tierra indicando sus diferentes partes en función de su estructura química y relaciona cada parte con la estructura dinámica.
3. ¿Cómo se puede explicar que la mayoría de volcanes y terremotos de La Tierra sucedan en determinadas zonas muy concretas?

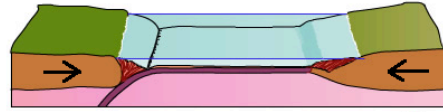
4. En el dibujo de abajo, los números indican la edad de las rocas del fondo oceánico en millones de años, ¿cómo explicas este hecho? ¿Qué tipo de límite está representado?



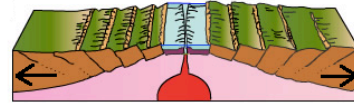
5. ¿Por qué en las zonas de choque entre dos placas oceánicas se suele formar un arco isla? ¿ocurre lo mismo al chocarse una placa oceánica con una continental? ¿qué estructura o estructuras características se forman en este tipo de límite (oceánico-continental)?
6. Calcula en tiempo transcurrido desde la apertura del Océano Atlántico hasta nuestros días, sabiendo que la extensión de este océano desde las costas de Florida hasta el Noroeste de África es, aproximadamente, 8000 km y que la velocidad de expansión del fondo oceánico en ese lugar se estima en unos 3cm/año.

7. Relaciona cada descripción con su figura correspondiente y ordena las descripciones según el modelo de Wilson poniendo un número de orden junto a la descripción.

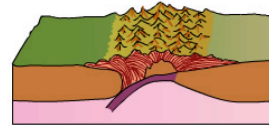
a) Etapa de orógeno **Himalayano**: se produce la colisión continental y se forma el orógeno de sutura.



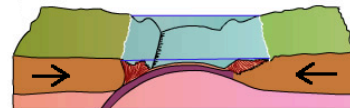
b) Etapa de océano **Pacífico**: la litosfera oceánica se rompe y subduce una placa bajo otra. Se crean los arcos de islas volcánicas.



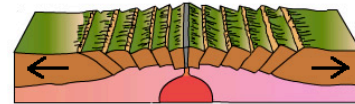
c) Etapa de océano **Atlántico**: el océano se abre, se produce la expansión y creación de corteza oceánica.



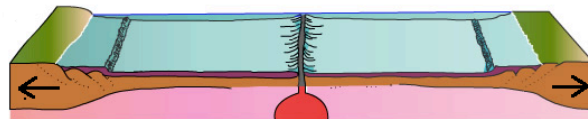
d) Etapa de orógeno **Andino**: un continente llega a la zona de subducción y los sedimentos marinos comprimidos entre éste y el arco volcánico crean un orógeno litoral.



e) Etapa de **Rift** Africano: ruptura de la corteza continental y formación de una fosa o valle tectónico.

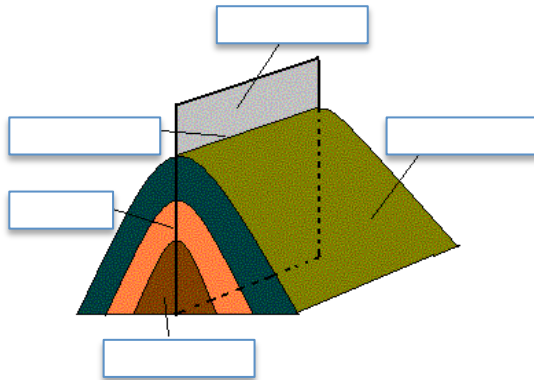


f) Etapa de **Mar Rojo**: separación de los dos bloques de corteza continental y formación de un océano estrecho.



8. ¿Qué tipo de fuerzas residen detrás de la Tectónica de placas?

9. Indica cuales son las principales partes de un pliegue en la figura:



¿De qué tipo de pliegue se trata según la disposición de sus capas?

10. Describe los diferentes tipos de fallas incluyendo dibujos o esquemas sencillos

11. ¿Qué tipos de ondas sísmicas y cuales son sus características?

Fuentes:

- Proyecto biosfera, Ministerio de educación, cultura y deporte e INTEF.
<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/MedioNatural11/contenido3.htm>
- Examen Tectónica de placas, I.E.S. Suel – Departamento de Ciencias Naturales, Junta de Andalucía
- Departamento de Educación, Cultura y Deporte, Gobierno de Aragón. Biología y Geología 4, Educación Secundaria para personas adultas, 33-50.
- White, K.; Wallace, R.; Degg, A. (2004). Plate Tectonics: "Tectonically Speaking". *Science Education* 491